

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

Katedra energetických zařízení



TOMÁŠ STANEČKA

Hodnocení energetické náročnosti panelového domu

(Energy performance rating of panel building)

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Novotný, CSc.

Konzultant diplomové práce:

Rozsah práce: 77 stran

Počet stran: 43

Počet obrázků: 14

Počet tabulek: 12

Počet grafů: 5

Počet příloh: 11

Liberec 2008

Zadání diplomové práce

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 23. května 2008

Podpis:

Declaration

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and consultant.

Date: 23rd May 2008

Signature

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá hodnocením energetické náročnosti budov. V první části rozebírá problematiku samotného hodnocení v kontextu platných právních předpisů. Druhá část je zaměřena na stručný popis nástroje pro výpočet energetické náročnosti budov. V třetí části je pak pomocí tohoto nástroje vyhodnocena energetická náročnost konkrétního panelového domu včetně navržení úprav vedoucích ke snížení této náročnosti a jejich energetického a ekonomického zhodnocení.

Annotation

This thesis is focused on energy performance rating of panel building. The first part is about the energy performance rating in the connection with valid legal regulations. In the second part is description of the software for calculation of energy performance. The third part is set to rate energy performance of the concrete panel house with this software. There are also several solutions leading to decrease energy performance including energetic and economic evaluation.

Obsah

Zadání diplomové práce	3
Prohlášení	4
Declaration	4
Anotace	5
Annotation	6
Obsah	7
1 Seznam zkratk a symbolů	9
2 Úvod	12
3 Starší metody hodnocení energetické náročnosti budov	14
3.1 Prostup tepla rovinnou stěnou	14
3.2 Tepelná ztráta budovy	15
3.3 Celková tepelná charakteristika budovy	16
3.4 Roční potřeba tepla	16
3.4.1 Roční potřeba tepla pro vytápění	16
3.4.2 Roční potřeba tepla pro ohřev TV	17
4 Hodnocení energetické náročnosti budov	18
4.1 Základní pojmy	18
4.2 Požadavky Evropského společenství	19
4.3 Směrnice 2002/91/ES	20
4.4 Hodnocení energetické náročnosti v ČR	22
4.4.1 Zákon č. 406/2006 Sb., vyhláška č. 148/2007 Sb.	22
4.4.2 Průkaz energetické náročnosti budovy	23
4.4.3 Globální indikátor	25
4.4.4 Princip metodiky výpočtu	25
4.4.5 Zónování budovy	29
4.4.6 Zatřídění budovy, referenční budova	30
5 Výpočetní nástroj pro stanovení ENB	34

6	Energetická náročnost panelového domu.....	37
6.1	Popis objektu.....	37
6.2	Rozdělení do zón, zóny.....	39
6.3	Energetické systémy.....	40
6.4	Volba klimatické oblasti	42
6.5	Energetická náročnost hodnocené budovy.....	44
7	Návrh úprav budovy.....	46
7.1	Výměna oken.....	46
7.2	Zateplení vnějšího pláště.....	46
7.3	Využití obnovitelných zdrojů energie.....	49
7.4	Porovnání jednotlivých úprav	50
7.4.1	Energetické srovnání	50
7.4.2	Ekonomické srovnání	52
8	Závěr	54
9	Použité informační zdroje	55
10	Seznam příloh.....	57
	Přílohy	58

1 Seznam zkratk a symbolů

zkratka	veličina	rozměr
A	plocha stěny	m^2
A_c	celková podlahová plocha	m^2
B	charakteristické číslo budovy	$Pa^{0,67}$
c	měrná tepelná kapacita	$J.kg^{-1}.K^{-1}$
CF_t	roční přínos projektu	Kč
d	tloušťka stěny	m
D	denostupně	K.den
d	počet topných dní v roce	den
ENB	energetická náročnost budovy	
EP	vypočtená celková roční dodaná energie	$GJ.rok^{-1}$
EP_A	měrná roční spotřeba energie	$Wh.m^{-2}.rok^{-1}$
F_{gen}	podíl energie dodané jednotlivým zdrojem energie gen	-
i_L	součinitel spárové průvzdušnosti	$m^3.s^{-1}.m^{-1}.Pa^{-0,67}$
IN	investiční výdaje	Kč
KVET	kombinovaná výroba tepla a elektřiny	
M	charakteristické číslo místnosti	-
NKN	národní kalkulační nástroj	
N_p	roční provozní výdaje	Kč
OZE	obnovitelné zdroje energie	
p_1	přirážka na vyrovnání vlivu chladných stěn	-
p_2	přirážka na urychlení zátoku	-
p_3	přirážka na světovou stranu	-
P_{light}	příkon osvětlovací soustavy	W
$P_{pump;DHW}$	instalovaný elektrický příkon oběhových čerpadel přípravy tv	W
$P_{pump;H}$	celkový příkon pomocné energie (čerpadla, systém regulace)	W
\dot{Q}	tepelný tok stěnou	W
\dot{q}	plošná hustota tepelného toku	$W.m^{-2}$
Q_{AHU}	energie dodaná do větracích jednotek	$J.rok^{-1}$
Q_{AUX}	spotřeba tepla na pomocné energie	$J.rok^{-1}$

zkratka	veličina	rozměr
q_c	celková tepelná charakteristika budovy	$W.m^{-3}.K^{-1}$
$q_{c,N}$	normová hodnota celkové tepelné charakteristiky budovy	$W.m^{-3}.K^{-1}$
$Q_{dem;C}$	spotřeba tepla na chlazení	$J.rok^{-1}$
$Q_{dem;DHW}$	spotřeba tepla na přípravu TV	$J.rok^{-1}$
$Q_{dem;Fans}$	spotřeba tepla na větrání	$J.rok^{-1}$
$Q_{dem;H}$	spotřeba tepla na vytápění	$J.rok^{-1}$
$Q_{dem;hum}$	spotřeba tepla na zvlhčování	$J.rok^{-1}$
$Q_{dem;Light}$	spotřeba tepla na osvětlení	$J.rok^{-1}$
$Q_{dem;z}$	potřeba energie v zóně z	$J.rok^{-1}$
Q_{distr}	celková energie dodaná do distribučního systému	$J.rok^{-1}$
$Q_{em;z}$	energie dodaná do emisního systému v zóně z	$J.rok^{-1}$
Q_{fuel}	celková dodaná energie na systémové hranici budovy	$J.rok^{-1}$
Q_{fuel}	celková dodaná energie na systémové hranici budovy	$J.rok^{-1}$
$Q_{fuel;Aux}$	roční dodaná pomocná energie	$J.rok^{-1}$
$Q_{fuel;C;c}$	roční dodaná energie na chlazení pro každý energonositel c	$J.rok^{-1}$
$Q_{fuel;DHW;c}$	roční dodaná energie na přípravu teplé vody	$J.rok^{-1}$
$Q_{fuel;H;c}$	roční dodaná energie na vytápění pro každý energonositel c	$J.rok^{-1}$
$Q_{fuel;Hum;c}$	roční dodaná energie na zvlhčování pro každý energonositel c	$J.rok^{-1}$
$Q_{fuel;Light;E}$	roční dodaná energie na osvětlení	$J.rok^{-1}$
Q_{gen}	dodaná energie do zdroje energie	$J.rok^{-1}$
$Q_{CHP;E}$	roční množství vyrobené elektřiny z KVET	$J.rok^{-1}$
Q_o	základní tepelná ztráta	W
Q_p	tepelná ztráta prostupem	W
$Q_{PV;E}$	roční výroba elektřiny z fotovoltaických článků	$J.rok^{-1}$
Q_r	celková roční potřeba tepla	$Wh.rok^{-1}$
Q_{SE}	energie dodaná do distribučního systému z OZE	$J.rok^{-1}$
Q_{TECHr}	roční potřeba tepla pro technologii	$Wh.rok^{-1}$
Q_{TVd}	denní potřeba tepla pro ohřev TV	$Wh.rok^{-1}$
Q_{TVr}	roční potřeba tepla pro ohřev TV	$Wh.rok^{-1}$
Q_v	tepelná ztráta infiltrací	W
Q_{VYTr}	roční potřeba tepla na vytápění	$Wh.rok^{-1}$

zkratka	veličina	rozměr
Q_{VZTr}	roční potřeba tepla pro ohřev vzduchu ve vzduchotechnickém zařízení	$Wh.rok^{-1}$
Q_z	trvalé tepelné zisky	W
R	tepelný odpor	$W^{-1}.m^2.K$
R_r	energetická náročnost referenční budovy	GJ
t_1	teplota studené vody	$^{\circ}C$
t_2	teplota ohřáté vody	$^{\circ}C$
T_1, T_2	teploty na stěnách	K
t_e	venkovní výpočtová teplota	K
T_f	teplota tekutiny	K
$t_{i,pr}$	průměrná výpočtová vnitřní teplota	K
T_n	prostá doba návratnosti vynaložené investice	roky
t_{svl}	teplota studené vody v létě	$^{\circ}C$
t_{svz}	teplota studené vody v zimě	$^{\circ}C$
TV	teplá voda	
T_w	teplota stěny	K
U	součinitel prostupu tepla	$W.m^{-2}.K^{-1}$
V	obestavěný prostor budovy	m^3
V	výnosy z realizace	Kč
V_{2p}	celková potřeba TV v periodě	m^3
α	součinitel přestupu tepla	$W.m^{-2}.K^{-1}$
ε	opravný součinitel	-
$\eta_{DHW;gen;i}$	účinnost systému přípravy TV	-
$\eta_{distr;DHW}$	účinnost distribučního systému přípravy TV	-
$\eta_{distr;H;s\cdot}$	účinnost distribučního systému	-
η_{em}	účinnost sdílení energie	-
$\eta_{em;H;s}$	účinnost emise tepla	-
η_{gen}	účinnost zdroje energie	-
$\eta_{gen;H;c;i}$	účinnost výroby energie zdrojem	-
$\theta_{DHW;h}$	teplota teplé vody (ve zdroji přípravy)	$^{\circ}C$
λ	součinitel tepelné vodivosti	$W.m^{-1}.K^{-1}$

2 Úvod

Otázkou vytápění, ať už obytných či jiných prostorů, a přípravy teplé užitkové vody (TUV) se lidé zabývají od pradávna a to v důsledku toho, že teplo patří mezi základní životní podmínky pro člověka. Jen díky vytápění může žít i na místech, která by byla jinak neobyvatelná.

Již člověk vzpřímený (*Homo Erectus* – žil před 0,35 – 1,6 milionem let) dokázal využívat pro svou potřebu oheň. Jeho užívání si během tisíciletí stále více osvojoval, stejně jako jeho nástupce *Homo Sapiens Sapiens*.

První rozsáhlejší systémy vytápění budov lze dokumentovat například v antice – římské lázně. V době renesance lze zaznamenat v nově budovaných či přestavovaných zámcích snahu oddělit místo výroby tepla od místa spotřeby. Řešení se našlo v umístění kamen (nejčastěji kachlových), která stála v místnostech určeným šlechtě k obývání, ovšem do kterých se přikládalo ze sousední místnosti. Pro obsluhu byly často vytvářeny speciální (servisní) chodby.

Největším hnacím motorem pro technologie vytápění se bezesporu staly energetické krize. První z nich lze zaznamenat již v polovině osmnáctého století. Nedostatek dřeva pocítili i drobní spotřebitelé a to nejen v kuchyni, ale i při vytápění. Tuto krizi vyvolala industrializace, zvláště pak zpracování železa v hutích, ale i plýtvání palivem v ne hospodárných domovních ohništích. Obytné prostory v 18. století vytápěla především otevřená ohniště, začala se objevovat i keramická kachlová kamna či kamna postavená z litinových (bohatě zdobených) plátů.

S nedostatkem paliv a se zvětšující se vzdáleností obydlí od zdrojů paliv se logicky objevuje snaha palivem se předzásobit. Každý, kdo chtěl během zimy udržet ve svém obydlí tepelnou pohodu, si ovšem musel položit následující, spolu úzce související, otázky: „Kolik paliva bude za potřebí?“ a „Kolik místa pro tuto zásobu musím mít?“ Odpověď na tyto otázky dávala hlavně zkušenost s provozem obdobných budov. Později se vyvinuly metody, které více či méně přesně, tyto potřeby počítaly.

Se vzrůstajícími nároky na kvalitu vnitřního prostředí budov (klimatizace, větrání) roste i spotřeba energií. Podle údajů EK

- se budovy podílejí přibližně 40% na celkové spotřebě veškeré energie Evropy [7].
- Deset miliónů evropských domácností používá kotle starší dvaceti let. Pokud by byly nahrazeny novými zařízeními, ušetřilo by se 5 % energie využívané k vytápění.

- V kancelářích, obchodech a zařízeních pro trávení volného času by využívání nejúčinnějších osvětlovacích systémů a technologií přineslo úspory energie ve výši 30 – 50 %.
- Předpokládá se, že v roce 2020 bude na klimatizaci spotřebováno dvakrát více energie než nyní; tento nárůst by mohl být snížen o polovinu používáním kvalitnějšího vybavení.

Z těchto důvodů byla vydána směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov.

Ve své práci se budu zabývat tím, jak byla tato směrnice implementována do českého právního řádu. Pomocí programu „Národní kalkulační nástroj“ vyhodnotím energetickou náročnost konkrétního panelového domu a navrhnou změny pro zlepšení jeho energetické třídy.

3 Starší metody hodnocení energetické náročnosti budov

Hlavním kritériem pro hodnocení energetické náročnosti budov byla takzvaná tepelná bilance vyjádřená tepelným příkonem (energie potřebná k vytápění, ohřevu teplé vody /TV/, případně potřeba tepla pro ohřev vzduchu ve vzduchotechnických zařízeních a na technologii) a roční potřebou tepla. [14]

Podle legislativních požadavků – byla zohledňována pouze měrná potřeba tepla na vytápění [$\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$] [14] a byla tak vlastně jediným faktorem ovlivňujícím výsledné hodnocení tepelně technických vlastností budovy.

3.1 Prostup tepla rovinnou stěnou

Výpočet energie potřebné k vytápění vychází ze základních vztahů pro prostup a přestup tepla. Pro stacionární vedení tepla platí Fourierův zákon – tepelný tok procházející stěnou je přímo úměrný součiniteli tepelné vodivosti a záporného gradientu teploty:

$$\dot{q} = -\lambda \cdot \text{grad } T \quad (1)$$

Odtud dále pro jednorozměrné vedení tepla rovinnou stěnou konstantní tloušťky:

$$\dot{q} = \lambda \cdot \frac{T_1 - T_2}{d}, \quad (2)$$

kde d je tloušťka stěny. Poměr d/λ bývá často označován jako R – tepelný odpor [$\text{W}^{-1}\cdot\text{m}\cdot\text{K}$].

Tepelný tok \dot{Q} ze stěny o teplotě T_w , která se stýká na ploše dA s tekutinou o teplotě T_f (přestup tepla, konvekce) je dán tzv. Newtonovým zákonem:

$$d\dot{Q} = \alpha \cdot (T_w - T_f) \cdot dA, \quad (3)$$

kde α ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$) je součinitel přestupu tepla. Ten je závislý na mnoha proměnných, které ovlivňují proudění tekutiny v okolí stěny (např. hustota, rychlost, dynamická viskozita, tepelná vodivost tekutiny,...)

Úpravou rovnic (2) a (3) lze získat vztah pro prostup tepla stěnou, tj. sdílení tepla mezi vzduchem vně budovy a uvnitř budovy, které odděluje pevná, pro tekutinu neprostupná (jednoduchá či složená) stěna:

$$\dot{Q} = U \cdot (T_{f1} - T_{f2}) \cdot A, \quad (4)$$

kde U [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$] je součinitel prostupu tepla:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (5)$$

Hodnoty součinitelů prostupu tepla u jednotlivých stavebních materiálů většinou uvádí jejich výrobci.

3.2 Tepelná ztráta budovy

Tepelná ztráta budov je základním ukazatelem, na základě kterého se stanovuje potřeba tepla pro vytápění, používá se při dimenzování otopných soustav a zároveň také ukazuje na kvalitu použitých stavebních konstrukcí.

Orientační či předběžný výpočet tepelné ztráty budovy lze provést na základě tepelné charakteristiky budovy $q_{c,N}$ (viz příloha 1), dle vztahu

$$Q_c = V \cdot q_{c,N} \cdot (t_{i,pr} - t_e) \quad [W] \quad (6)$$

kde t_e je venkovní (externí) výpočtová teplota, $t_{i,pr}$ průměrná výpočtová vnitřní (interní) teplota.

Při podrobném výpočtu tepelné ztráty objektu se kromě ztrát prostupem (Q_p), uvažují i trvalé tepelné zisky (Q_z) a při přirozeném větrání také tepelná ztráta infiltrací (Q_v) [10].

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z, \quad (7)$$

Do samotného vztahu pro výpočet tepelné ztráty prostupem (Q_p) pak vstupují tzv. přírážky na vyrovnání vlivu chladných stěn (p_1), urychlení zátoku (p_2) a na světovou stranu (p_3):

$$Q_p = Q_o \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3), \quad (8)$$

kde Q_o je základní tepelná ztráta, která je součtem tepelných toků prostupem (vycházející ze vztahu (4)) jednotlivými ohraničujícími konstrukcemi.

Tepelnou ztrátu při přirozeném větrání, lze určit podle [10]:

$$Q_v = 1300 \cdot B \cdot M \cdot (t_i - t_e) \cdot \sum (i_L \cdot L), \quad (9)$$

Přičemž L je délka spár otevíratelných částí oken a venkovních dveří [m],

B, M, i_L „tabulkové“ hodnoty

B je charakteristické číslo budovy B [$\text{Pa}^{0,67}$],

M je charakteristické číslo místnosti M [-],

i_L je součinitel spárové průvzdušnosti [$\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{m}^{-1} \text{Pa}^{-0,67}$]

3.3 Celková tepelná charakteristika budovy

Celková tepelná charakteristika budovy je tepelná ztráta jednoho kubického metru vnitřního prostoru budovy, stanovená pro jednotnou úroveň vnějších klimatických podmínek, vztažená k rozdílu výpočtové venkovní a výpočtové vnitřní teploty vzduchu.

Přibližným způsobem lze dle [10] celkovou tepelnou charakteristiku určit ze vztahu:

$$q_c = \frac{Q_c}{V \cdot (t_{i,pr} + 15)} \text{ [W} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (10)$$

kde je Q_c celková tepelná ztráta budovy (viz 3.2) [W]

V obestavěný prostor budovy [m^3]

$t_{i,pr}$ průměrná výpočtová vnitřní teplota [$^{\circ}\text{C}$]

Normové hodnoty celkové tepelné charakteristiky budovy $q_{c,N}$ [$\text{W} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$] v závislosti na geometrické charakteristice budovy lze nalézt v ČSN 73 0540-2; viz příloha 1. Geometrická charakteristika budovy je poměr plochy obvodového pláště S [m^2] ku obestavěnému prostoru V [m^3].

3.4 Roční potřeba tepla

Celková roční potřeba tepla (Q_r) zpravidla zahrnuje roční potřebu tepla pro vytápění (Q_{VYTr}), roční potřebu tepla pro ohřev TV (Q_{TVr}), případně roční potřebu tepla pro ohřev vzduchu ve vzduchotechnických zařízeních (Q_{VZTr}) a roční potřebu tepla pro technologii (Q_{TECHr}). [14]

$$Q_r = Q_{VYTr} + Q_{TVr} + Q_{VZTr} + Q_{TECHr} \text{ [Wh.rok}^{-1}] \quad (11)$$

3.4.1 Roční potřeba tepla pro vytápění

Základem pro výpočet roční potřeby tepla je takzvaná denostupňová metoda. Ta je založena na znalosti průběhů venkovních teplot z meteorologických dat. To samo o sobě ukazuje na nedostatky této metody, jakými jsou například neaktualizovaná data, chybějící data pro lokalitu (oblast), v níž se nachází počítaná budova. Základní výpočtový vztah pro určení denostupňů [14]:

$$D = (t_{is} - t_{es}) \cdot d \text{ [K.den]} \quad (12)$$

Počet denostupňů je dán součinem rozdílu průměrné vnitřní a venkovní teploty a počtem topných dnů – všechny tyto hodnoty lze pro vybraná města ČR nalézt v normě ČSN 38 3350 – Zásobování teplem.

Samotná roční potřeba tepla pro vytápění je dána vztahem:

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot Q_C \cdot \epsilon \cdot D}{t_{is} - t_e} [\text{Wh.rok}^{-1}], \quad (13)$$

ϵ opravný součinitel zahrnující snížení teploty v místnosti během dne, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a prostupem [-], je možné ho určit podle vlastních zkušeností případně z odborné literatury.

D počet denostupňů [d.K]

t_{is} průměrná výpočtová vnitřní teplota [$^{\circ}\text{C}$], pohybuje se v rozmezí 14-21,5 $^{\circ}\text{C}$; pro obytné budovy 18,2-19,1 $^{\circ}\text{C}$

t_e výpočtová venkovní teplota [$^{\circ}\text{C}$], stanovuje se dle teplotní oblasti [1].

3.4.2 Roční potřeba tepla pro ohřev TV

$$Q_{TVr} = Q_{TVd} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TVd} \cdot \frac{55 - t_{svl}}{55 - t_{svz}} \cdot (350 - d) [\text{Wh.rok}^{-1}] \quad (14)$$

kde

$Q_{TV,d}$ denní potřeba tepla pro ohřev TV [Wh.rok^{-1}]

d počet dnů otopného období v roce

0,8 součinitel zohledňující snížení spotřeby TV v létě

t_{svl} teplota studené vody v létě (zpravidla +15 $^{\circ}\text{C}$)

t_{svz} teplota studené vody v zimě (zpravidla +5 až +10 $^{\circ}\text{C}$)

350 počet pracovních dnů soustavy v roce, kdy se připravuje TV. Individuálně je možno tuto hodnotu zvýšit až na 365.

Denní potřeba tepla pro ohřev TV

$$Q_{TVd} = \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} [\text{kWh}] \quad (15)$$

ρ měrná hmotnost vody [$\sim 1000 \text{ kg.m}^{-3}$]

c měrná tepelná kapacita vody [$4,182 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$]

V_{2p} celková potřeba TV v periodě [$\text{m}^3.\text{per}^{-1}$]

t_2 teplota ohřáté vody [$\sim 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$]

t_1 teplota studené vody [$\sim 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$]

4 Hodnocení energetické náročnosti budov

V současné době jsou vyvíjeny nové metody hodnocení budov – hlavním požadavkem je, aby tyto metody umožňovaly porovnat mezi sebou více různých variant řešení jednotlivých prvků budovy, které mají vliv na potřebu energie do ní dodávané. Starší metody vykazovaly malou citlivost vůči změnám jednotlivých vstupních parametrů, jakými byly například různé zdroje tepla, způsoby regulace, nastavení parametrů vnitřního prostředí apod.

Pochopitelně existují i metody počítačové simulace energetického chování budov, mezi nejvyvinutější nástroje patří simulační programy ESP-r, TRNSYS, EnergyPlus. Jejich nevýhodou je náročnost na hardwarové prostředky, výpočetní čas, ale také méně uživatelsky přívětivé prostředí.

4.1 Základní pojmy

Výběr základních pojmů, tak jak je definuje vyhláška 148/2007 Sb.:

Zóna – je skupina prostorů s podobnými vlastnostmi vnitřního prostředí a režimem užívání.

Systémová hranice – je plocha tvořená vnějším povrchem konstrukcí ohraničujících zónu.

Standardizované užívání budovy – je užívání nebo budoucí užívání v souladu s podmínkami vnitřního a venkovního prostředí a provozu stanovenými v technických normách a jiných předpisech.

Dodaná energie – je energie dodaná do budovy na její systémové hranici.

Bilanční hodnocení – je hodnocení založené na výpočtech energie užívané nebo předpokládané k užití v budově pro vytápění, větrání, chlazení, klimatizaci, přípravu teplé vody a osvětlení, za standardizovaného užívání budovy. Provádí se intervalovou výpočtovou metodou nejlépe s měsíčním obdobím. Pro budovy s nízkou tepelnou setrvačností se může použít intervalová výpočtová metoda hodinová, nebo s ještě kratším časovým intervalem, s odlišnými podrobnostmi metod výpočtu a vstupních údajů.

Celková roční dodaná energie – při bilančním hodnocení se stanoví jako součet jednotlivých vypočtených dílčích spotřeb dodané energie pro všechny časové intervaly v roce a pro všechny vytápění, chlazení, větrání či klimatizované zóny budovy.

Referenční budova – je výpočtově vytvořená budova téhož druhu, stejného tvaru, velikosti a vnitřního uspořádání, se stejným typem standardizovaného provozu a užívání jako hodnocená

budova. Odlišuje se technickými normami předepsanou kvalitou obálky budovy a jejích technických systémů.

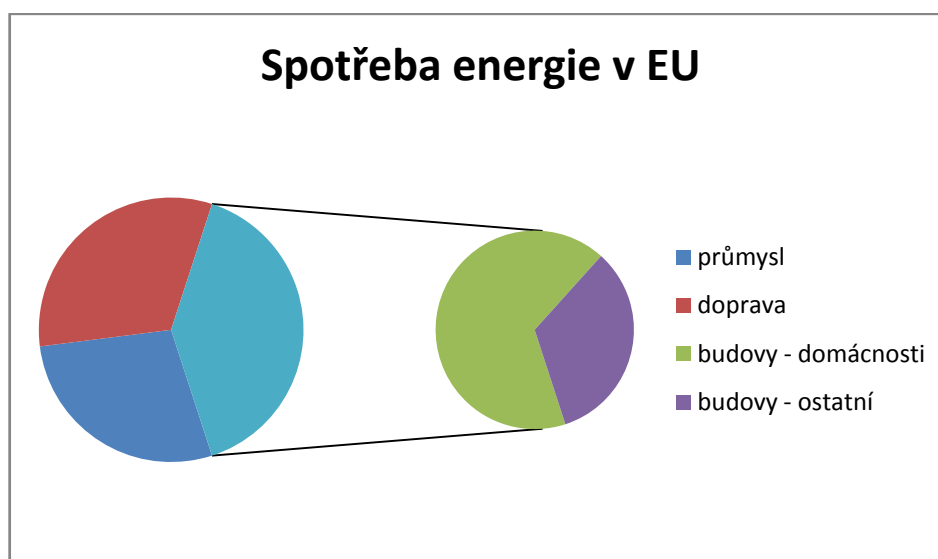
4.2 Požadavky Evropského společenství

V rámci Evropského společenství je jednou z hlavních priorit úspora energie. Celková spotřeba energie v EU lze rozdělit do třech základních kategorií:

- doprava
- průmysl
- budovy,

přičemž spotřeba energie pro budovy se podílí na celkové spotřebě až 40 %. Dvě třetiny energie spotřebované v evropských budovách jsou spotřebované domácnostmi. [12]

Graf 1.



Vzhledem k tomu, že celková úspora energie je jednou z několika hlavních priorit Evropského společenství a významných úspor při přijatelných nákladech lze docílit snížením provozní energetické náročnosti budov, stává se energetické hodnocení budov aktuálním tématem a také dochází k legislativním změnám, které reflektují následující dokumenty a předpisy:

- směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov – základní prováděcí dokument určující požadavky

- Zelená kniha – Evropská strategie pro udržitelnou, konkurenceschopnou a bezpečnou energii – zelená kniha navrhuje strategii pro snížení spotřeby energie v Evropě pomocí lepší energetické účinnosti a pro zvýšení využívání obnovitelných zdrojů energie.
- Akční plán EK pro energetickou účinnost ze dne 19. října 2006 – strategický dokument, který rámcově stanovuje cíle – akční plán stanovuje úsporu energie zemí EU o 20% do roku 2020; dále navrhuje soubor opatření, kterými toho lze dosáhnout – jedním z nich je i úspora v oblasti provozování budov.

Výzkum ukazuje, že do roku 2010 by mohla být více než pětina současné spotřeby energie ušetřena uplatňováním přísnějších stavebních norem na nové budovy a budovy procházející zásadní rekonstrukcí. Byl by to výrazný příspěvek ke splnění cíle z Kjóta, který by navíc nevyžadoval žádnou změnu v chování uživatelů. [12]

4.3 Směrnice 2002/91/ES

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES je závazným dokumentem, který stanoví pro všechny členské země EU obecné podmínky, které doporučuje provést na národních úrovních všech členských zemí EU.

Cílem této směrnice je podporovat snižování energetické náročnosti budov ve Společenství. Děje se tak stanovením, následným dodržováním a kontrolou

- požadavků na energetickou náročnost budov (s ohledem k vnějším klimatickým a místním podmínkám jednotlivých zemí),
- požadavků na vnitřní prostředí
- požadavků na efektivnost nákladů.

Podle tohoto předpisu:

- se bude v celé EU používat společná metoda pro výpočet energetické náročnosti budovy, která bude přihlížet k místním klimatickým podmínkám; dle směrnice by energetická náročnost budov měla být vypočtena na základě metody, která se může na regionální úrovni lišit a která kromě tepelné izolace zahrnuje další faktory, např. zařízení pro vytápění a klimatizaci, využití obnovitelných zdrojů energie a návrh budovy.

- členské státy stanoví minimální normy energetické náročnosti, které budou platit pro nové budovy i pro zásadní rekonstrukce existujících velkých budov. Většina norem bude vycházet ze stávajících nebo plánovaných evropských norem;
- díky systému certifikace budov budou majitelé, nájemníci a uživatelé budov lépe informováni o úrovních spotřeby energie;
- kotle (výkon vyšší než 20 kW) a klimatizační systémy (nad 12 kW) budou podléhat pravidelné kontrole, při níž bude ověřována jejich energetická účinnost a emise skleníkových plynů.

Energetická náročnost je dle [18] definována takto: „energetickou náročností budovy je množství energie skutečně spotřebované nebo odhadované pro splnění různých potřeb spojených se standardizovaným užíváním budovy, což může mimo jiné zahrnovat vytápění, přípravu teplé vody, chlazení, větrání a osvětlení. Toto množství energie se promítá do jednoho nebo více číselných ukazatelů, které byly vypočteny s ohledem na izolaci, technické ukazatele a vlastnosti zařízení, návrh a umístění ve vztahu ke klimatickým hlediskům, slunečnímu osvit a působení sousedních konstrukcí, vlastní výrobě energie a jiným faktorům, které ovlivňují potřebu energie, včetně vnitřního mikroklimatického prostředí“

Z toho vyplývá, že byl zvolen komplexní přístup hodnocení a ovlivňování všech energetických vstupů, transformací a užití energie. Nejen pro vytápění a přípravu teplé vody, jako tomu bylo dosud v řadě zemí a také v ČR, ale také pro větrání, chlazení, klimatizaci a osvětlení.

Směrnice udává v podstatě jakési vodítko pro výpočtové postupy a stanovování požadavků na energetickou náročnost objektů – dle potřeb jednotlivých států a prostřednictvím národních standardů, případně evropských norem, je toto dále upřesňováno.

Směrnice také upozorňuje, že snížení celkové energetické náročnosti budov neznamena nezbytně celkovou rekonstrukci budovy, může se omezit pouze na taková opatření, která mají nezanedbatelný vliv na energetickou náročnost budovy a jsou efektivní z hlediska nákladů.

[18]

Požadavky na energetickou náročnost nemusí být uplatněny u některých budov – konkrétně se jedná o úředně chráněné památky, budovy užívané pro bohoslužby a náboženské účely, dočasné budovy s plánovanou dobou užívání dva roky a méně, obytné budovy, které jsou určeny k užívání kratšímu než čtyři měsíce v roce, samostatně stojící budovy s celkovou užitnou podlahovou plochou menší než 50 m².

U nových budov s celkovou užitnou plochou větší než 1000 m² by měla být posouzena a vzata v úvahu technická, environmentální a ekonomická proveditelnost alternativních systémů – využití obnovitelných zdrojů energie, kombinovaná výroba tepla a elektřiny, dálkové nebo blokové vytápění, pokud je k dispozici, tepelná čerpadla.

U stávajících budov, u nichž bude probíhat větší rekonstrukce, a které mají podlahovou plochu větší než 1000 m² by se měla snížit energetická náročnost alespoň tak, aby byly splněny minimální požadavky.

U budov užívaných orgány veřejné správy nebo institucemi, které poskytují veřejné služby velkému počtu osob a jejichž celková užitná podlahová plocha je větší než 1 000 m², má být energetický certifikát, ne starší deseti let, vyvěšen na nápadném místě, veřejnosti dobře viditelném.

4.4 Hodnocení energetické náročnosti v ČR

4.4.1 Zákon č. 406/2006 Sb., vyhláška č. 148/2007 Sb.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES se promítla v právním řádu České republiky do novely zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a to vložním § 6a „Energetická náročnost budov“. Zákon byl novelizován prostřednictvím zákona č. 177/2006 Sb., který vešel v platnost 1. 7. 2006. Prováděcím dokumentem k zákonu č. 406/2006 Sb. je novela vyhlášky č. 291/2000 Sb. (148/2007 Sb.).

Zákon č. 406/2006 Sb., definuje pojem energetická náročnost, takto:

„U existujících staveb množství energie skutečně spotřebované, u projektů nových staveb nebo projektů změn staveb, na něž je vydáno stavební povolení, vypočtené množství energie pro splnění požadavků na standardizované užívání budovy, zejména na vytápění, přípravu teplé vody, chlazení, úpravu vzduchu větráním a úpravu parametrů vnitřního prostředí klimatizačním systémem a osvětlení“.

Vložený paragraf 6a se odvolává na prováděcí právní předpis – vyhlášku č. 148/2007 Sb., která stanoví požadavky na energetickou náročnost budov, porovnávací ukazatele, metodu výpočtu a rozsah přezkušování osob z podrobností vypracování energetického průkazu budov.

4.4.2 Průkaz energetické náročnosti budovy

Zákon požaduje, aby stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek zajistilo splnění požadavků na energetickou náročnost budovy, které se dokládá průkazem energetické náročnosti budovy. Tento průkaz nahrazuje předchozí „Energetický průkaz budovy“ podle vyhlášky č 291/2001. Nesmí být starší deseti let a má být součástí dokumentace při:

- výstavbě nových budov
- větších změnách (tj. změnách, které změní více než 25% celkové plochy obvodového pláště budovy nebo ovlivní výslednou energetickou spotřebu o více než 25%) dokončených budov s celkovou podlahovou plochou nad 1000 m², které ovlivní jejich energetickou náročnost
- při prodeji nebo nájmu budov nebo jejich částí

Pokud vlastník budovy prokáže energetickým auditem, že není technicky a funkčně možné nebo ekonomicky vhodné, nemusí zajistit splnění požadavků na energetickou náročnost budovy.

Průkaz energetické náročnosti budovy může vypracovávat pouze osoba oprávněná podle § 10 zákona č 406/2006 Sb. nebo osoba autorizovaná podle zvláštního právního předpisu, přezkoušená ministerstvem průmyslu a obchodu podle prováděcího právního předpisu z podrobností jeho vypracování.

Průkaz je tvořen protokolem a grafickým znázorněním. Protokol musí mimo jiné obsahovat:

- identifikační údaje budovy (adresa, vlastník),
- typ budovy
- užití energie v budově
- technické údaje budovy (stavební konstrukce, plochy, objemy, vlastnosti energetických systémů, celková energetická náročnost hodnocené budovy, referenční hodnoty, vyjádření ke splnění požadavků na energetickou náročnost budovy, celková měrná roční spotřeba energie na celkovou podlahovou plochu)
- energetickou bilanci budovy pro standardizované užívání
- doba platnosti průkazu, jméno a identifikační číslo osvědčení osoby oprávněné vypracovat průkaz

Vyhláška č. 148/2007 Sb. také stanoví, že u nových budov nad 1000 m² musí být obsahem protokolu posouzení technické, ekologické a ekonomické proveditelnosti alternativních systémů vytápění – návaznost na požadavek Směrnice 2002/91/ES.

Grafické znázornění obsahuje jméno osoby, která vypracovala průkaz, adresu hodnocené budovy a její typ, barevnou stupnici klasifikačních tříd A až G, energetickou náročnost hodnocené budovy a její zařazení do klasifikační třídy, měrnou vypočtenou roční spotřebu energie na celkovou podlahovou plochu hodnocené budovy, dodanou energii pro pokrytí jednotlivých dílčích potřeb v procentech a datum doby platnosti průkazu.

Obr. 1. Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY				
Typ budovy, místní označení			Hodnocení budovy	
Adresa budovy			stávající stav	po realizaci doporučení
Celková podlahová plocha:				
			C	B
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok			XY	XY
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			XY	XY
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
%	%	%	%	%
Doba platnosti průkazu				
Průkaz vypracoval		Jméno a příjmení Osvědčení č.		

Zdroj: [21]

Provozovatelé veřejných budov o celkové podlahové ploše nad 1000 m² mají povinnost umístit průkaz na veřejně přístupném místě.

4.4.3 Globální indikátor

Energetická náročnost budovy se vyjadřuje pomocí takzvaného globálního indikátoru [15]; každý členský stát si volí jeden z následujících:

- emise CO₂
- dodaná energie
- primární energie
- celkové náklady na energii

V ČR byla zvolena jako globální indikátor dodaná energie. Hodnocení energetické náročnosti budov je tedy založeno na základě celkové spotřebované energie budovou, tzn. celkové roční dodané energie – to je součet jednotlivých vypočtených dílčích potřeb dodané energie na vytápění, větrání, chlazení, klimatizaci, přípravu teplé vody a osvětlení v předepsaném množství a kvalitě. Hodnocení energetické náročnosti zahrnuje účinnost jednotlivých technických zařízení použitých v energetických systémech budovy, ztráty vzniklé v těchto systémech, část tepelných ztrát využitelných ke snížení spotřeby energie, pomocnou energii a respektuje tepelné zisky.

4.4.4 Princip metodiky výpočtu

Základním hodnotícím ukazatelem energetické náročnosti budov je tedy **celková roční dodaná energie** – dodaná energie do budovy včetně energie získané obnovitelnými zdroji energie a v budově spotřebované.

Principem výpočtu je bilanční hodnocení budovy, přičemž výpočtový model je dynamický, to znamená, že energie je vypočítávána po jednotlivých časových úsecích ročního provozu (měsíc, den, hodina) a takto vypočtená energie je porovnána s referenční budovou, což určí kategorizaci (začlenění v rámci jednotlivých skupin A – G) budovy.

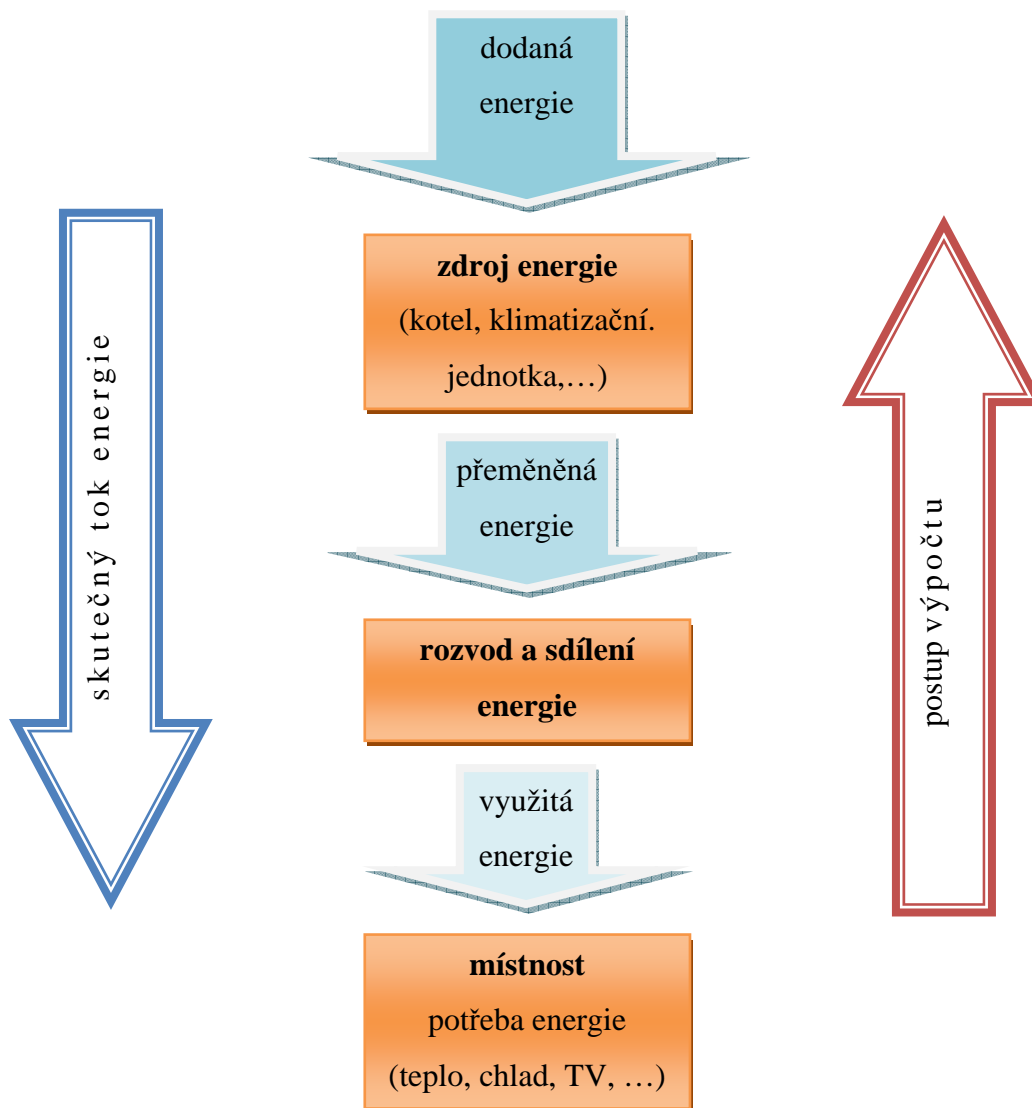
Jedná se o energii, která je přivedena na systémovou hranici budovy, kde je ve zdroji přeměněna a rozváděna do jednotlivých zón. Celková dodaná energie představuje spotřebu pro:

- Vytápění $Q_{\text{dem};H}$
- Chlazení $Q_{\text{dem};C}$
- Větrání $Q_{\text{dem};Fans}$
- Zvlhčování $Q_{\text{dem};hum}$

- Přípravu TV $Q_{\text{dem};\text{DHW}}$
- Osvětlení $Q_{\text{dem};\text{Light}}$
- Pomocné energie pro provoz energetických systémů Q_{AUX}

Při výpočtu je brán zřetel k základnímu toku energie (viz obr 2).

Obr. 2. Princip výpočtu, vzhledem k toku energie



Pomocí rovnic lze zapsat [7]:

$$Q_{\text{fuel}} = \sum_{\text{gen}} Q_{\text{gen}} \quad (15)$$

$$Q_{\text{gen}} = (Q_{\text{distr}} \cdot F_{\text{gen}}) / \eta_{\text{gen}} \quad (16)$$

$$Q_{distr} = \left(\sum_z Q_{em;z} + \sum_{AHU} Q_{AHU} - Q_{SE} \right) / \eta_{distr} \quad (17)$$

$$Q_{em;z} = Q_{dem;z} / \eta_{em;z} \quad (18)$$

kde

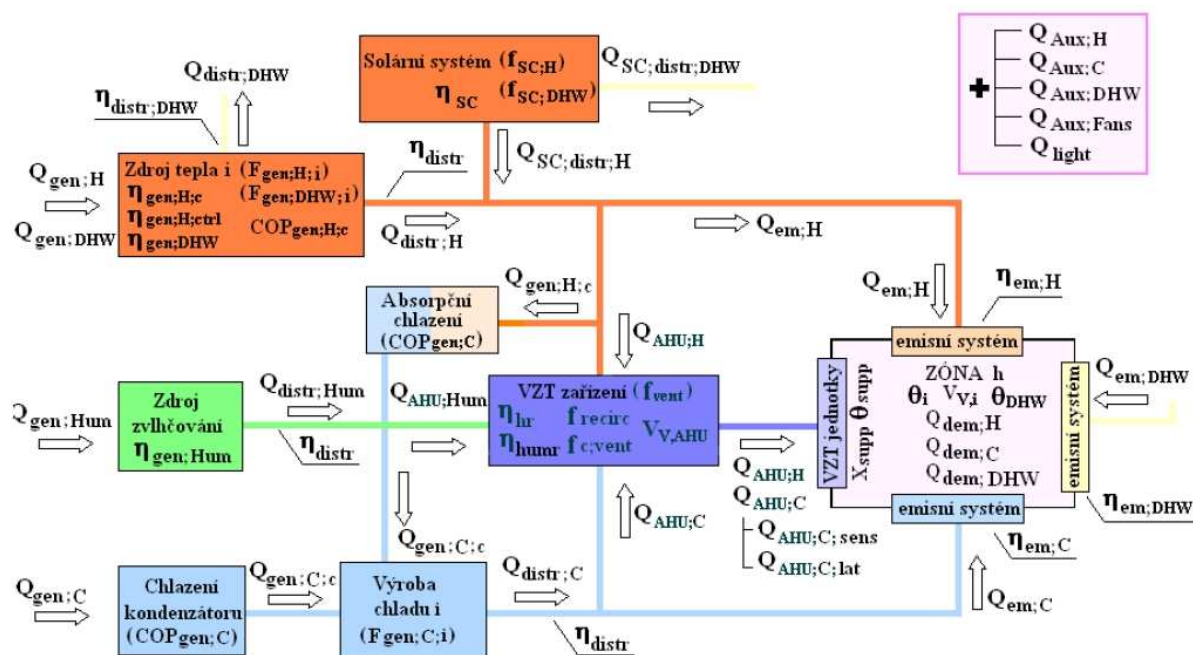
Q_{fuel}	celková dodaná energie na systémové hranici budovy [MJ.rok ⁻¹]
Q_{gen}	dodaná energie do zdroje energie [MJ.rok ⁻¹]
F_{gen}	podíl energie dodané jednotlivým zdrojem energie gen [-]
η_{gen}	účinnost zdroje energie [-]
Q_{distr}	celková energie dodaná do distribučního systému [MJ.rok ⁻¹]
$Q_{em;z}$	energie dodaná do emisního systému v zóně z [MJ.rok ⁻¹]
Q_{AHU}	energie dodaná do větracích jednotek [MJ.rok ⁻¹]
Q_{SE}	energie dodaná do distribučního systému z OZE [MJ.rok ⁻¹]
η_{distr}	účinnost distribučního systému [-]
η_{em}	účinnost sdílení energie [-]
$Q_{dem;z}$	potřeba energie v zóně z [MJ.rok ⁻¹]

Potřeba energie dodávané do budovy se určuje při standardizovaném způsobu užití budovy a pro normované klimatické podmínky. Celková dodaná energie EP je pak vypočtena jako součet jednotlivých potřeb pro každou zónu za časový interval (měsíc), krytých pomocí různých v budově instalovaných energetických systémů, které jsou ve výpočtu definovány přímo typem nebo pomocí technologie výroby a její účinnosti.

$$EP = Q_{fuel} = \sum_c (Q_{fuel;H;c} + Q_{fuel;C;c} + Q_{fuel;Hum;c} + Q_{fuel;DHW;c}) + Q_{fuel;Aux} + Q_{fuel;Light;E} - Q_{OZE} - Q_{CHP;E} \quad (19)$$

Q_{fuel}	celková dodaná energie na systémové hranici budovy	[MJ.rok ⁻¹]
$Q_{fuel;H;c}$	roční dodaná energie na vytápění pro každý energonositel c	[MJ.rok ⁻¹]
$Q_{fuel;C;c}$	roční dodaná energie na chlazení pro každý energonositel c	[MJ.rok ⁻¹]
$Q_{fuel;Hum;c}$	roční dodaná energie na zvlhčování pro každý energonositel c	[MJ.rok ⁻¹]
$Q_{fuel;DHW;c}$	roční dodaná energie na přípravu teplé vody	[MJ.rok ⁻¹]
$Q_{fuel;Aux}$	roční dodaná pomocná energie	[MJ.rok ⁻¹]
$Q_{fuel;Light;E}$	roční dodaná energie na osvětlení	[MJ.rok ⁻¹]
$Q_{PV;E}$	roční výroba elektřiny z fotovoltaických článků	[MJ.rok ⁻¹]
$Q_{CHP;E}$	roční množství vyrobené elektřiny z KVET	[MJ.rok ⁻¹]

Obr. 3. Základní členění a provázanost energetických systémů dodávajících energii do zóny.



Zdroj: [7]

Energie vyrobená v objektu pomocí využití obnovitelných zdrojů je od výsledné spotřeby energie objektu odečítána. Dodaná energie, a tedy energetická náročnost budovy, je ve výsledku snížena o:

- energii vyrobenou v budově v zařízeních využívajících obnovitelných zdrojů energie (solární zařízení, tepelná čerpadla, elektrická energie z fotovoltaických zařízení, příp. větru a vody)
- elektrickou a tepelnou energii vyrobenou ve zdroji kombinované výroby elektřiny a tepla (kogenerace)
- energii prodanou, to je energii, která byla vyrobena v budově, ale která nebyla v budově využita.

Výpočet je prováděn s hodinovým krokem pro jednotlivé časové úseky s délkou jednoho měsíce a to ve dvou krocích:

- Stanovení potřeby energie (při tomto výpočtu jsou zohledněny vnější klimatické podmínky, podmínky uvnitř objektu, stavební řešení, tepelné ztráty, zisky z osvětlení, pasivní solární zisky, zisky od uživatelů a spotřebičů aj.)
- Stanovení spotřeby – je vypočtena na základě potřebné energie, přičemž se vychází z instalovaných dostupných zdrojů dodávajících energii do budovy. Je v ní tedy

zahrnuta účinnost přeměny energie jednotlivých zdrojů η_{gen} , ztráty vzniklé při rozvodu distribuční sítí η_{distr} , atd.

4.4.5 Zónování budovy

Vzhledem k tomu, že v budovách se vyskytují prostory s různými druhy využití a to jak co do nároků na vnitřní prostředí, tak na dobu jejich využívání, nelze považovat při výpočtu celkové dodané energie EP budovu za homogenní celek a je třeba ji rozdělit na jednotlivé zóny s požadavky na:

- vnitřní podmínky – rozsah vnitřních provozních teplot, relativní vlhkosti, požadavek na výměnu vzduchu (vliv počtu osob), typické vnitřní tepelné zisky
- provozní podmínky budovy a jednotlivých energetických systémů budovy – doba využití objektu během dne, týdne; odstávky, útlum, počet osob v zóně budovy.

Tyto podmínky jsou dílčími okrajovými podmínkami výpočtu. Ze způsobu využití zóny vyplývají požadavky, které definují takzvané standardizované užívání budovy.

Budova je tedy jako celek rozčleněna do jednotlivých částí – zón, pro které se, na základě jejich specifických spotřeb, stanovuje celková dodaná energie do těchto zón. Celková dodaná energie do budovy je součtem spotřeb jednotlivých zón.

Platí (ČSN EN ISO 13790), že budova, nebo její část je zónou, pokud:

- je zásobována ze stejné skladby energetických systémů budovy
- má různé užívání v souladu se standardizovanými podmínkami vnitřního a venkovního prostředí

Dělení na zóny není nutné:

- pokud se požadované teploty mezi zónami vzájemně neodlišují o více než 4 K
- pokud lze předpokládat, že poměry tepelných ztrát a zisků se navzájem odlišují o méně než 0,4 (např. mezi severní a jižní zónou)
- dveře mezi teplotními zónami jsou pravděpodobně často otevřené

V případě chlazení nesmí být konstrukce severní a jižní ve stejné zóně.

4.4.6 Zatřídění budovy, referenční budova

Požadavky na energetickou náročnost budovy jsou podle § 3 odst. 1 vyhlášky 148 / 2007 Sb. splněny, je-li energetická náročnost hodnocené budovy nižší než energetická náročnost referenční budovy. V odstavcích 2 a 3 je dále napsáno, že energetickou náročností referenční budovy (R_r) je celková roční dodaná energie v GJ, která se stanoví stejným způsobem (metodou) jako pro budovu hodnocenou.

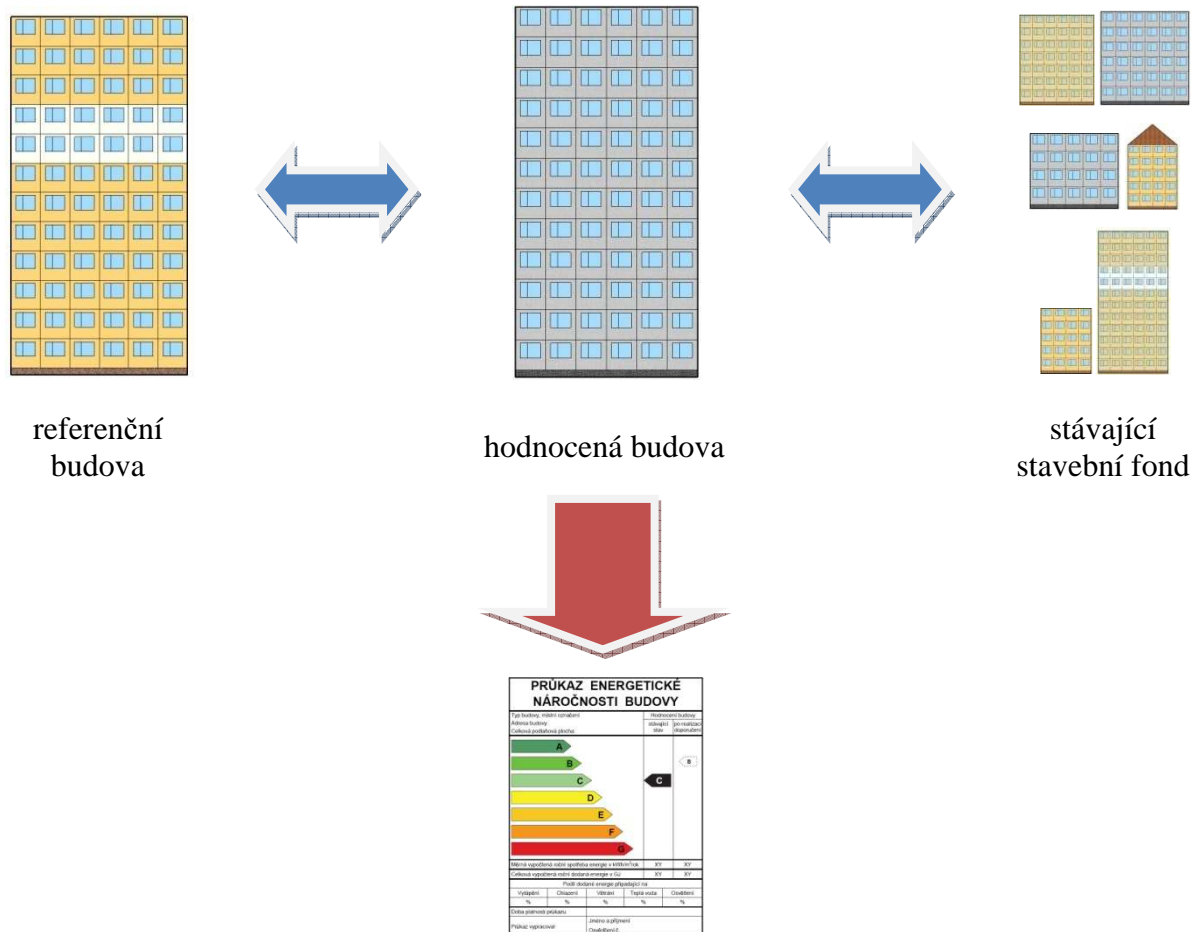
Pro zařazení budovy byl v původním znění vyhlášky uveden postup [7], který je též v připravované technické normě EN 15217, a který využívá takzvaného porovnávacího klasifikačního ukazatele CI. Ten se stanoví porovnáním výsledné energetické náročnosti hodnocené budovy s již zmíněnou hodnotou energetické náročnosti referenční budovy (R_r) a s energetickou náročností budov stávajícího stavebního fondu pro daný druh budovy (např. bytový dům). Na základě hodnoty ukazatele CI, pak měla být budova zařazena do třídy energetické náročnosti.

Navzdory údajům v §3 [21] a také pravděpodobně proto, že norma EN 15217 je ve stádiu příprav, je přílohou č. 1 [21] stanoven pevný rozsah měrných spotřeb energie EP_A [kWh/(m².rok)] pro určení klasifikační třídy (viz příloha 2). Rozsah je stanoven pro různé druhy budov; budova by celkově měla dosáhnout na třídu A-C; třída D-G je z pohledu splnění požadavku nevyhovující. Měrná spotřeba energie uvedená pro třídu C je pro vyjmenované druhy budov (viz příloha 2) hodnotou referenční.

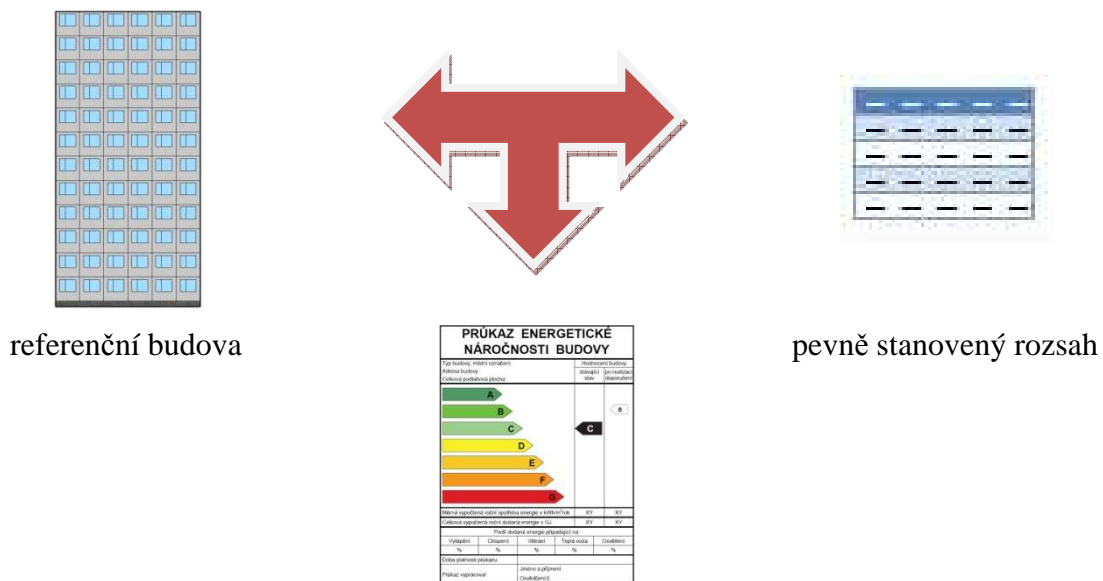
Tab. 1. Slovní vyjádření energetické náročnosti budovy

Třída energetické náročnosti	Slovní vyjádření energetické náročnosti budovy
A	Mimořádně úsporná
B	Úsporná
C	Vyhovující
D	Nevyhovující
E	Nehospodárná
F	Velmi nehospodárná
G	Mimořádně nehospodárná

Obr. 4. Původní záměr vyhlášky [21] pro klasifikaci budov.



Obr. 5. Klasifikace budov dle platné vyhlášky [21]



V paragrafu 5 odstavci 4 téže vyhlášky, se píše, že pro vzájemné porovnání energetické náročnosti budov stejného typu se stanovuje **měrná roční spotřeba** energie budovy EP_A [kWh/m²]. Do výpočtu je tak zařazena i podlahová plocha, ta ovšem není v této vyhlášce definována, navíc z definice není zcela zřejmé, zda se má celkovou podlahovou plochou A_c podělit výsledná měrná spotřeba EP, tak jak uvádí vztah (20) v příloze 1 vyhlášky, či zda by měrná spotřeba energie neměla respektovat místo spotřeby a měla by tak být vztažena k ploše jednotlivých zón – tak jak naznačuje vztah (21)

Měrná roční spotřeba energie se dle vyhlášky vypočte dle vzorce:

$$EP_A = \frac{277,8 \times EP}{A_c} \quad (20)$$

kde EP je vypočtená celková roční dodaná energie [GJ.rok⁻¹]

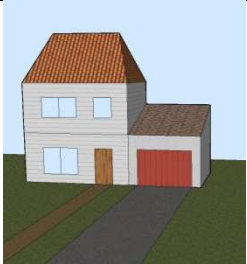

A_c celková podlahová plocha [m²]

Měrná roční spotřeba energie, jako součet dílčích měrných spotřeb

$$EP_A = Q_{fuel} = \sum_z (Q_{fuel;H;z}/A_{H;z} + Q_{fuel;C;z}/A_{C;z} + Q_{fuel;Hum;z}/A_{Hum;z}) + Q_{fuel;DHW}/A_c + Q_{fuel;Aux}/A_c + Q_{fuel;Light;E}/A_c - Q_{OZE}/A_c - Q_{CHP;E}/A_c \quad (21)$$

V tabulce 2 je pro názornost uveden výpočet jednoduché budovy, skládající se ze rodinného domu a garáže (dvojgaráže), která je jeho součástí. Rozdíl ve vypočtených celkových měrných spotřebách snad není třeba komentovat.

Tab. 2. Vliv různých způsobů výpočtu měrné spotřeby energie.

				
	dům	garáž	dům	dvojgaráž
dodaná energie [GJ / rok]	30	0	30	0
podlahová plocha [m ²]	50	15	50	30
Měrná spotřeba [kWh.m⁻².rok⁻¹]				
Jednotlivě	167	0	167	0
celkem dle vztahu (21)	167		167	
celkem dle vztahu (20)	128		104	

5 Výpočetní nástroj pro stanovení ENB

Vzhledem k rozsáhlosti výpočetního postupu při stanovování energetické náročnosti budov byl na katedře technických zařízení budov Stavební fakulty ČVUT sestaven výpočetní algoritmus, který byl následně převeden do programu Microsoft Excel, kde byl testován. Program byl pojmenován Národní kalkulační nástroj – NKN. V současné době je dostupná verze NKN v-2.04, (podrobný přehled verzí viz příloha 3) která je první verzí, kterou lze použít pro potřeby vystavení průkazu energetické náročnosti, odpovídá požadavkům vyhlášky 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov. Výpočetní nástroj umožňuje správně a jednoduše provést hodnocení ENB podle požadavků na výpočet dané směrnicí 2002/91/EC, národními právními a technickými normami. Nad rámec návrhu prováděcího předpisu vyhlášky 148/2007 Sb. výpočetní nástroj obsahuje některé další údaje a data, která jsou nutná pro zpracování výpočtu [7]. Jde především o:

- klimatická data (vychází z [4])
- předdefinované profily standardizovaného užívání pro jednotlivé typy provozů. Profily zahrnují jednotné podmínky pro obsazenost zón osobami, vytápění, osvětlení, chlazení, provoz jednotlivých systémů, apod. [8] – stanovují dílčí okrajové podmínky výpočtu.

Bylo doporučeno začlenit tato data do prováděcího předpisu k § 6a zákona 406/2000 Sb., jelikož výrazně ovlivňují výsledek výpočtu [7].

Fakt, že bylo pro výpočet užito softwaru MS Excel, klade dopředu již několik limitujících podmínek. Ty jsou stručně shrnuty v tabulce 3.

Tab. 3. Omezení MS Excel.

MS Excel XP - funkce	Omezení
Počet otevřených sešitů a listů	omezeno dostupnou pamětí a systémovými prostředky
Velikost listu	65 536 řádků a 256 sloupců
Šířka sloupce	255 znaků
Výška řádku	409 bodů
Počet konců stránek	1000 vodorovných a svislých
Počet propojených listů	omezeno dostupnou pamětí
Počet argumentů ve funkci	30
Počet vnořených úrovní funkcí	7
Počet listů v sešitu	omezeno pamětí (výchozí nastavení - 3 listy), pozn. NKN 27 listů

Zdroj: [7]

Samotný program (verze NKN v-2.04) má přijatelně srozumitelné a intuitivní ovládání. Po otevření sešitu, který má velikost 60 MB, přivítá uživatele úvodní list, s odkazy na další listy sešitu. Uživateli je celkem zpřístupněno devatenáct listů, které jsou barevně odlišeny do třech skupin:


- v první skupině se nachází listy týkající se stavebního řešení – identifikace budovy, jejích konstrukcí a rozdělení do jednotlivých zón
- ve druhé skupině je popis energetických systémů budovy – zdroje vytápění, chladu, vzduchotechnika, příprava TV, obnovitelné zdroje
- třetí skupina pak obsahuje výstupy programu – výpočet spotřeby energie v budově, průkaz energetické náročnosti sestávající se z protokolu a grafického zobrazení a graficky vyjádřená spotřeba energie v budově.

Několik listů má informativní charakter – obsahují informace k vkládaným údajům, časté dotazy, případně poskytují prostor pro vlastní poznámky. Popis obsahu nejdůležitějších listů uvádí příloha 4.

Uživatel vkládá vstupní data do odemčených buněk (ostatní, výpočtové buňky a sešity jsou pro uživatele zamčeny, případně i skryty). Autoři programu se snažili do co největší míry eliminovat číselné vstupy a to z toho důvodu, aby uživatel nemohl ať vědomě či nevědomě ovlivnit výsledek. Do listů se vkládají údaje několika typů – jedná se o přímé číselné vstupy (zadání konkrétní hodnoty), výběr z přednastavené nabídky a slovní popis (je nutný k vyplnění protokolu energetické náročnosti).

Obr. 6. Náhled úvodní stránky programu NKN.

Energetická Náročnost Budov - Národní Kalkulační Nástroj
na základě § 6a zákona č. 406/2000 Sb., v pozdějším znění a podle vyhlášky č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov



národní
kalkulační
nástroj

NKN

energetická
náročnost
budov

verze 2.04

1 Zadání budovy

Energetické systémy

Základní identifikace

Konstrukce v budově

Profily zón

Identifikace zón

Popis konstrukcí

Doplňující údaje

Zdroje tepla

Vzduchotechnika

Chlazení

Příprava teplé vody

OZE

Osvětlení

2 Průkaz ENB

Protokol průkazu ENB

Grafické znázornění průkazu ENB

slepý vzor Protokolu průkazu ENB

NULOVAT ČÍSELNÉ VSTUPY

Výstupy

Výsledky

3 Legislativa

Zákon 406/2006 Sb.

Vyhláška 148/2007 Sb.

4 Ostatní

FAQ - obecné

WWW.....

FAQ - vstupy

INFO, KOMENTÁŘ

[www stranky projektu](http://www.stranky projektu)

© Katedra technických zařízení budov, Fakulta stavební - ČVUT v Praze | e-mail: 125@fsv.cvut.cz | verze: NKN 2.04 (11/2007)

Zdroj: [7]

- 36 -

6 Energetická náročnost panelového domu

Zhodnocení energetické náročnosti je požadováno v případě, že budova má celkovou podlahovou plochou nad 1000 m² a bude provedena změna, která změní více jak 25% celkové plochy obvodového pláště budovy nebo ovlivní výslednou energetickou spotřebu o více než 25%.

6.1 Popis objektu

Objekt je umístěn v Liberci, Bezové ulici č. p. 277. Jedná se o starší tzv. bodový panelový dům postavený v roce 1978, který má 12 nadzemních podlaží se 71 bytovými jednotkami a jedno podzemní podlaží, částečně vytápěné, ve kterém jsou skladové prostory bytů a technické prostory. Dále se v suterénu nachází místnost pro kočárky, 3 sušárny (2 využívané ke svému účelu, 1 jako tech. místnost) a nevyužívaná žehlárna a prádelna. Plán budovy je v příloze 5.

Obr. 7. Fotografie hodnoceného panelového domu.



pohled na hlavní vchod
(ze západní strany)



pohled z jihovýchodu



letecký pohled

Konstrukční výška všech podlaží je 2800 mm. Obvodový plášť je nosný, celostěnový, železobetonový, u nadzemních podlaží o tloušťce 290 mm (150 mm vnitřní železobetonová vrstva, 80 mm polystyren, 60 mm vnější železobetonová vrstva; tepelný odpor $R = 1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$), u podzemních 240 mm (150 mm vnitřní železobetonová vrstva, 40 mm polystyren, 50 mm vnější železobetonová vrstva; $R = 0,98 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$). Střecha je řešena jako

dvouplášťová (minerální plst' 100 mm, střešní trámký, střešní desky železobetonové, živičná krytina, $R = 2,39 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$). Stropní panely jsou plné, železobetonové, tloušťka 150 mm, stejně jako panely stěnové. Příčky mají tloušťku 80 mm.

Tab. 4. Technické parametry objektu.

Technické parametry objektu		
Počet nadzemních podlaží	12	-
Počet podzemních podlaží	1	-
Obestavěný vytápěný prostor budovy	13048,68	m^3
Zastavěná plocha objektu	358,48	m^2
Podlahová plocha všech prostorů v budově	4364	m^2
Plocha výplní otvorů	553,6	m^2
Plocha střechy	358,48	m^2

V objektu jsou instalovány 2 výtahy, menší pro 6 osob (450 kg), větší – „nákladní“ pro 13 osob (1000 kg).

Objekt vytápí dálkové vytápění přes předávací stanici umístěnou mimo objekt. Stanice je parní tlakově nezávislá. Součástí stanice jsou na straně primárního přívodu všechny potřebné armatury pro páru (uzávěr, filtr, odvod kondenzátu, redukční ventil, havarijní regulační ventil), dále je vybavena ekvitermní regulací a frekvenčně řízeným čerpadlem společným pro více objektů. Stanice zajišťuje také ohřev teplé vody (TV) a to průtokově v deskovém výměníku, otopnou vodou. Na patě objektu je uzavírací armatura a měření odběru tepla. V objektu je teplovodní otopná soustava dvoutrubková vertikální s otopnými tělesy s teplotním spádem 90/70 °C. Cirkulace je nucená, regulace jednotlivých větví diferenčními regulátory tlaku. Na otopných tělesech jsou umístěny termostatické ventily s hlavicemi od firmy Oventrop. Indikátory rozdělení nákladů na vytápění na principu změny optické hustoty v závislosti na teplotě vratné vody jsou umístěny na vratném potrubí. V objektu je rozvod TV veden pod stropem suterénu, dále stoupačkami v instalačních šachtách. Potrubní rozvod je po celkové rekonstrukci plastový (PE), izolovaný. Objekt je plynofikován, plyn se využívá pouze pro vaření v bytech.

6.2 Rozdělení do zón, zóny

Rozdělení budovy na jednotlivé zóny může významným způsobem ovlivnit výsledek hodnocení energetické náročnosti budovy. Vzhledem k rozdílným požadavkům na užívání i vnitřní teplotu, kdy byty jsou vytápěny na teplotu cca 20°C a společné prostory jsou pouze temperovány na cca 10 – 15 °C, je tento panelový dům rozdělen do dvou zón:

- Zóna 1 – Byty. Ze seznamu standardizovaných profilů užívání, které jsou v programu na výběr, byl vybrán profil „Bytový dům – normový byt“. Tato zóna zahrnuje 71 bytů nacházejících se v panelovém domě, přičemž se vychází z předpokladu (předpoklad pro užití standardizovaného profilu) shodných podmínek týkajících se jak vnitřního prostředí, tak režimu užívání bytů.
- Zóna 2 – Společné prostory. Ze seznamu standardizovaných profilů užívání byl vybrán profil „Bytový dům – společné prostory, technické podlaží“. Tato zóna se týká zbylých prostorů budovy – tedy částečně vytápěný suterén, vstupní prostory, chodby vč. výtahů a schodišťový prostor.

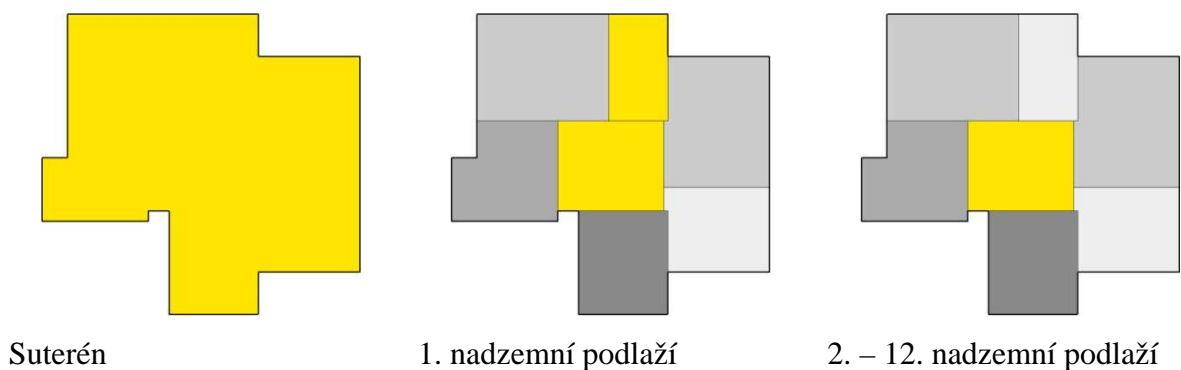
Detailní popis standardizovaných profilů bytových domů je popsán v příloze 6. Rozdělení domu na jednotlivé zóny pak ukazuje obr. 8, přehled o zónách a stavebních konstrukcích, které je oddělují je v tab. 5, resp. příloha 7. V tab. 6 jsou uvedeny součinitele prostupu tepla U [$W.m^{-2}.K^{-1}$] (zadávat se do NKN) pro jednotlivé typy konstrukčních prvků, které byly zjištěny v odborné literatuře, případně dopočítány z rovnice (5). Součinitele přestupu tepla na vnitřní a vnější stěně jsem volil dle ČSN 730540-3 ($\alpha_e = 23$, $\alpha_i = 8$ resp. 10 pro vodorovné konstrukce [$W.m^{-2}.K^{-1}$]).

Tab. 5. Přehled jednotlivých zón

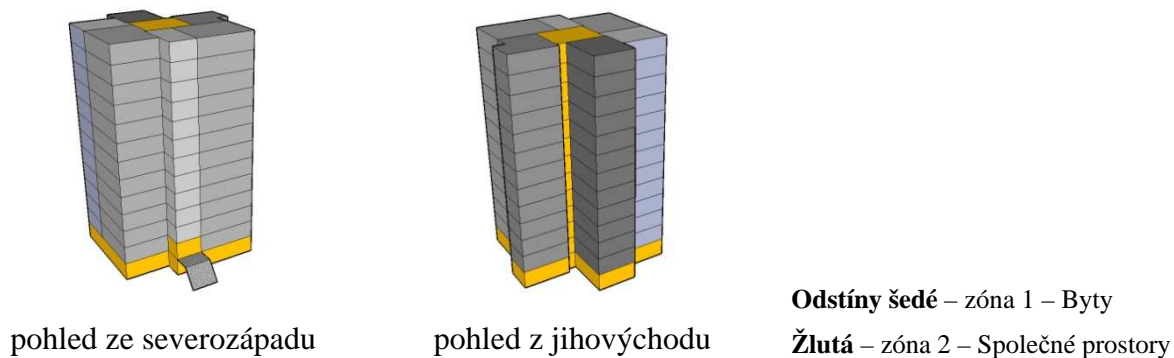
Označení	Název	Standardizovaný profil	Plocha [m^2]	Objem [m^3]
Zóna 1	Byty – obytné prostory	Bytový dům – normový byt	3156,1	8837,08
Zóna 2	Suterén, schodišťový prostor	Bytový dům – společné prostory, technické podlaží	1207,9	3382,12
Celkem			4364	12219,20

Obr. 8. Rozdělení domu na jednotlivé zóny

Půdorysy jednotlivých zón



Trojrozměrný náhled



6.3 Energetické systémy

Definované zóny je třeba popsat z hlediska provozu a užití energie. V první řadě jde o vedení a předání energie otopné soustavy, hlavně o stanovení využití energie pomocí účinnosti emise $\eta_{em;H;s}$ a účinnosti distribuce $\eta_{distr;H;s}$. Tyto hodnoty lze zjistit z energetického auditu, kde jsou podrobně stanoveny výpočtem nebo expertním odhadem (vyznačí se ve výpočetním nástroji NKN). Vzhledem k tomu, že pro mnou posuzovanou budovu energetický audit nebyl k dispozici, účinnosti jsem stanovil odhadem dle [7] – viz tab. 7.

Pokud jde o příkon osvětlovací soustavy, pro zónu 1 – Byty, byla stanovena na základě měrné roční spotřeby elektřiny na osvětlení (hodnota ve standardizovaném profilu NKN – $4,46 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$) a hodnocení obdobné budovy. Pro zónu 2 – Společné prostory byl příkon osvětlovací soustavy zjištěn na základě místního šetření – zjištěním příkonu osvětlovací soustavy a ze známého odběru elektřiny za roky 2006 a 2007.

Tab. 6. Součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce

konstrukční prvek	součinitel tepelné vodivosti	tloušťka konstrukce	tepelný odpor	součinitel prostupu tepla	zdroj výchozího údaje
	λ	d	R	U	
	$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$	m	$\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$	$\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	
obvodový plášť			1,5	0,6	[9]
příčka	1,74	0,15	0,09	3,93	[10]
strop – podlaha	1,74	0,15	0,09	4,35	[10]
okna				2,8	[10]
střecha			2,39	0,39	[9]
podlaha na terénu				1,8	[7]
dveře vchodové				6,5	[10]
dveře bytové				2	[10]
obvodový plášť (nad 22,5m)				0,6	[9]
obvodový plášť (pod zeminou)			0,98	1,02	[9]
okno chodba				3,8	[10]
okno suterén				3,8	[10]
pozn. tučně jsou zvýrazněny výchozí údaje					

Tab. 7. Účinnosti emise tepla a distribučního systému

Zóna 1 – Byty		
Účinnost emise tepla	$\eta_{\text{em};H;s}$	88%
Účinnost distribučního systému	$\eta_{\text{distr};H;s}$	90%
Zóna 2 – Společné prostory		
Účinnost emise tepla	$\eta_{\text{em};H;s}$	85%
Účinnost distribučního systému	$\eta_{\text{distr};H;s}$	90%

Tab. 8. Osvětlovací soustava

Zóna 1 – Byty		
Typ osvětlovací soustavy	-	žárovkové osvětlení
Příkon osvětlovací soustavy	P_{light}	3600 W
Zóna 2 – Společné prostory		
Typ osvětlovací soustavy	-	žárovkové osvětlení
Příkon osvětlovací soustavy	P_{light}	400 W

V tabulkách 9 a 10 jsou definovány energetické systémy podílející se na krytí potřeby energie v budově (údaj pro předpokládanou roční spotřebu TV vychází ze skutečné spotřeby,

naměřené v posledních letech). Jedná se jednak o zdroj tepla a o přípravu teplé vody. Další energetické celky nejsou v budově přítomny.

Tab. 9. Zdroj tepla

Zdroj tepla – výměňková stanice		
Jmenovitý výkon zdroje		1200 kW
Účinnost výroby energie zdrojem	$\eta_{\text{gen};H;c;i}$	90%
Regulace zdroje energie	$\eta_{\text{gen};H;ctrl;i}$	automatická – ekvitermní
Celkový příkon pomocné energie (čerpadla, systém regulace)	$P_{\text{pump};H}$	450 W
Typ oběhového čerpadla	-	s proměnnými otáčkami
Příslušnost k zónám*	-	zóna 1 – 100% zóna 2 – 100%
*Příslušnost k zónám udává jakou měrou se daný zdroj podílí na dodávce energie do zóny.		

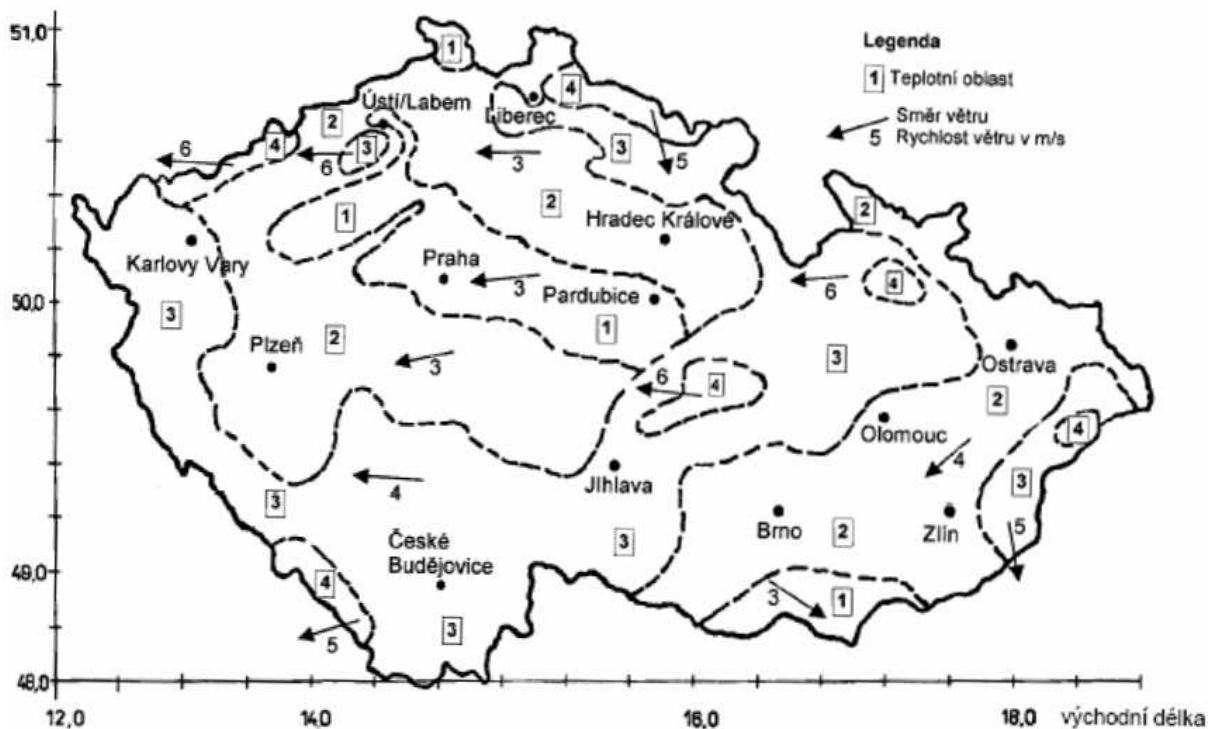
Tab. 10. Zdroj přípravy TV

Zdroj přípravy TV – centrální ve výměňkové stanici		
Účinnost distribučního systému přípravy TV	$\eta_{\text{distr};DHW}$	80%
Účinnost systému přípravy TV	$\eta_{DHW;gen;i}$	90%
Instalovaný elektrický příkon oběhových čerpadel přípravy TV	$P_{\text{pump};DHW}$	360 W
Typ oběhového čerpadla	-	tříotáčkové
Příprava TV na základě referenční potřeby	q	1929m ³ /rok
Teplota teplé vody (ve zdroji přípravy)	$\theta_{DHW;h}$	55°C

6.4 Volba klimatické oblasti

V kapitolách 6.1, 6.2 a 6.3 byly uvedeny základní vstupní údaje, které tvoří základní okrajové podmínky výpočtu a je nutno je zadat do programu NKN. Mezi jeden z nejdůležitějších údajů patří poloha budovy. Panelový dům je postaven v Liberci. Dle autorů programu NKN [7] program využívá klimatická data pro 4 klimatické oblasti ČR podle ČSN 730540-3, příloha H1. Podle této normy spadá Liberec do klimatické oblasti číslo 2 (obr. 9). Norma ČSN 060210 – ovšem stanoví 3 teplotní oblasti a podle této normy Liberec spadá do oblasti 3.

Obr. 9. Mapa teplotních oblastí dle ČSN 730540-3, příloha H1



Zdroj: [7]

Obr. 10. Porovnání zařazení budovy v závislosti na volbě klimatické oblasti

budova zařazená do oblasti 2

PRŮKAZ ENERGETICKÉ
NÁROČNOSTI BUDOVY

bytový dům		Hodnocení budovy	
Bezová 277, 480 14 Liberec 13		stávající stav	po realizaci doporučení
Celková podlahová plocha: 4078,49 m ²			
kWh/m ²	VELMI ÚSPORNÁ	kWh/m ²	trída EN
0	A		
42			
43	B		
82			
83	C	113,6	C
120			
121	D		
162			
163	E		
205			
206	F		
245			
246	G		
> 286			
MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ			
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok		113,55	
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ		1667,23	
Podíl dodané energie připadající na:			
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda
65%	0%	0%	34%
Osvětlení	Celkem		
1%	100%		
Doba platnosti průkazu		24. květen 2018	
Průkaz vypracoval		Tomáš Stanečka	
Osvědčení č.:		uvedeno	

průkaz ENB je zpracován pomocí výpočetního nástroje NBN v. 2.04

splňuje požadavky §6a zákona 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky 148/2007 Sb.

budova zařazená do oblasti 3

PRŮKAZ ENERGETICKÉ
NÁROČNOSTI BUDOVY

bytový dům		Hodnocení budovy	
Bezová 277, 480 14 Liberec 13		stávající stav	po realizaci doporučení
Celková podlahová plocha: 4078,49 m ²			
kWh/m ²	VELMI ÚSPORNÁ	kWh/m ²	trída EN
0	A		
42			
43	B		
82			
83	C		
120			
121	D	137,4	D
162			
163	E		
205			
206	F		
245			
246	G		
> 286			
MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ			
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok		137,40	
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ		2017,44	
Podíl dodané energie připadající na:			
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda
71%	0%	0%	28%
Osvětlení	Celkem		
1%	100%		
Doba platnosti průkazu		24. květen 2018	
Průkaz vypracoval		Tomáš Stanečka	
Osvědčení č.:		uvedeno	

průkaz ENB je zpracován pomocí výpočetního nástroje NBN v. 2.04

splňuje požadavky §6a zákona 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky 148/2007 Sb.

energie na vytápění
[GJ.rok⁻¹]

1083,7 GJ

energie na vytápění
[GJ.rok⁻¹]

1432,4 GJ

Výpočet byl tedy proveden pro obě oblasti. Náhled energetických štítků je na obr 10. Porovnáním celkových vypočtených energií potřebných na vytápění s údaji naměřenými na patě objektu za léta 2005 a 2006 (1531 GJ, resp. 1406 GJ), byla pro další výpočty zvolena klimatická oblast 3.

6.5 Energetická náročnost hodnocené budovy.








Energetická náročnost panelového domu Bezová 277 byla stanovena pomocí programu NKN. Program vypočetl, že celková roční dodaná energii činí 2017,44 GJ. Ze vztahu (20), lze pak snadno dospět k měrné roční spotřebě energie, která je $137,4 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$. Porovnáním s údaji v příloze 2 lze dospět k závěru, že třída energetické náročnosti hodnoceného panelového domu je D – nevyhovující.

Z průběhů potřeby a spotřeby jednotlivých druhů energie během roku (příloha 8) je patrné že množství připravované TV v jednotlivých měsících je stejné, v měsících červen, červenec a srpen se neuvažuje vytápění objektu.

K samotnému zařazení budovy do třídy energetické náročnosti je nutné poznamenat, že budova byla postavena v roce 1978 a její tepelně technické vlastnosti odpovídají době jejího postavení a stáří objektu, které se nejvíce projevilo u součinitele prostupu tepla oken. Jeho hodnota je $2,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$; avšak požadavek na nová okna je $1,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. [3]

Průkaz energetické náročnosti hodnoceného panelového domu je v Příloze 11.

Obr. 11. Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti hodnocené budovy

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY					
bytový dům Bezová 277, 480 14 Liberec 13			Hodnocení budovy		
			stávající stav		po realizaci doporučení
Celková podlahová plocha: 4078,49 m ²					
kWh/m ²	VELMI ÚSPORNÁ		kWh/m ²	třída EN	kWh/m ² třída EN
0					
42					
43					
82					
83					
120				91,3	C
121			137,4	D	
162					
163					
205					
206					
245					
245					
> 286					
MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ					
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok			137,40		
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			2017,44		
Podíl dodané energie připadající na:					
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	Celkem
71%	0%	0%	28%	1%	100%
Doba platnosti průkazu		24. květen 2018			
Průkaz vypracoval		Tomáš Stanečka			
		Osvědčení č.:		uvedeno	

průkaz ENB je zpracován pomocí výpočetního nástroje NKN v. 2.04
splňuje požadavky §6a zákona 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky 148/2007 Sb.

7 Návrh úprav budovy

7.1 Výměna oken

Vzhledem k tomu, že nejslabším místem této budovy pokud jde o tepelné ztráty jsou okna, bylo v první fázi návrhu úprav směřujících k vylepšení třídy energetické náročnosti budovy, přistoupeno právě k jejich výměně.

Z nabídky na trhu byla vybrána plastová okna s 5-ti komorovým profilem ROPLASTO 7001 a kováním ROTO. Výrobce pro okna s izolačním dvojsklem (tloušťka skel 4mm) a mezi prostorem (16 mm) vyplněným vzduchem uvádí součinitel prostupu tepla „až $1,36 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$ “; pro výpočet byla uvažována hodnota $1,4 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$ (hodnota požadovaná dle [2] je $1,8 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$). Tento součinitel ovlivňuje i způsob a kvalita montáže oken. Rozměry oken, jejich počet a orientační ceny jsou v tabulce 11. Při uvažované ceně 300 Kč [11] za obvodový metr (demontáž, montáž, likvidace starých oken, zednické práce) je pak výsledná cena za nová okna v bytech 1,6 mil Kč bez DPH.

Tab. 11. Přehled oken

typ okna	Rozměry š x v [mm]	cena za kus (bez DPH) [Kč]	kusů	cena celkem (bez DPH) [Kč]
jednokřídlé	1200 x 1500	4500	48	216 000
dvoukřídlé	1800 x 1500	6600	36	237 600
dvoukřídlé	2400 x 1500	8100	95	769 500
				1 223 100

Při změně součinitele prostupu tepla z 2,8 na $1,4 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$ v programu NKN, dojde ke snížení vypočtené celkové roční dodané energie a to na 1554,83 GJ. Měrná roční spotřeba energie je pak $105,9 \text{ kWh.m}^{-2} \text{ rok}^{-1}$. Změní se tedy i třída energetické náročnosti a to na třídu C – vyhovující.

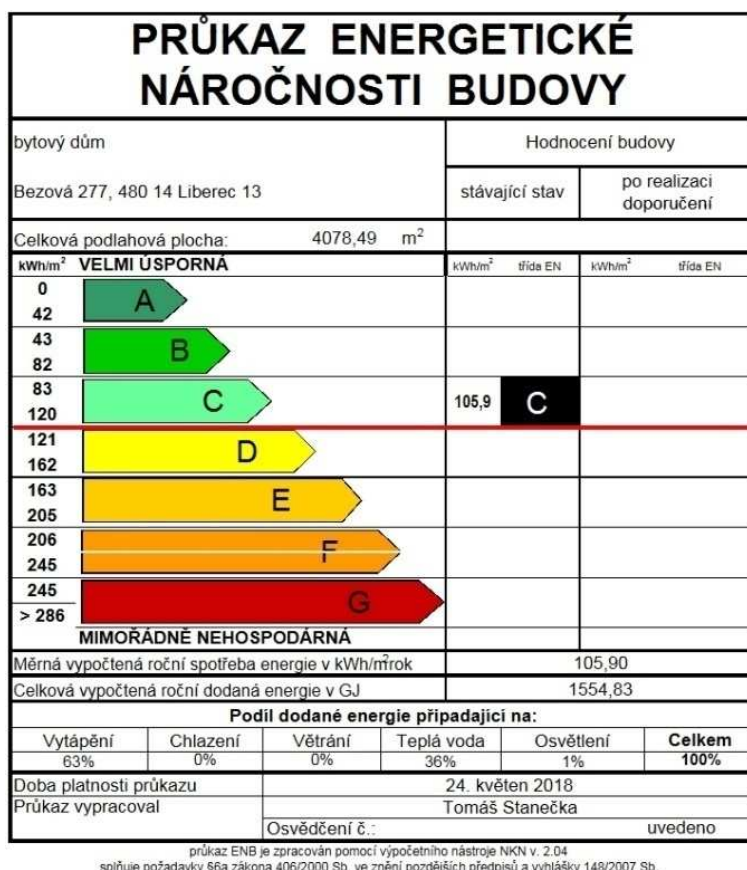
7.2 Zateplení vnějšího pláště

Dalším krokem k vylepšení tepelně technických vlastností budovy je zateplení vnějšího obvodového pláště včetně výměny oken na chodbách a v suterénu a vchodových dveří.

Pro zateplení byl zvolen vnější kontaktní zateplovací systém, jehož základním prvkem jsou polystyrenové desky ($\lambda = 0,037 \text{ W.m}^{-1}\text{K}^{-1}$) o tloušťce 100 mm a od výšky 22,5m (požadavek

na nehořlavost) desky vyráběné z minerální plsti ($\lambda = 0,042 \text{ W.m}^{-1}\text{K}^{-1}$) o tloušťce 100 mm. Ze vztahu (5) lze vypočítat součinitel prostupu tepla zatepleného pláště – $0,23 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$ resp. $0,25 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$. Původní plášť má součinitel prostupu tepla $0,6 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$, hodnota požadovaná normou [3] je $0,38 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$, doporučená pak $0,25 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$.

Obr. 12. Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti
hodnocené budovy s vyměněnými okny

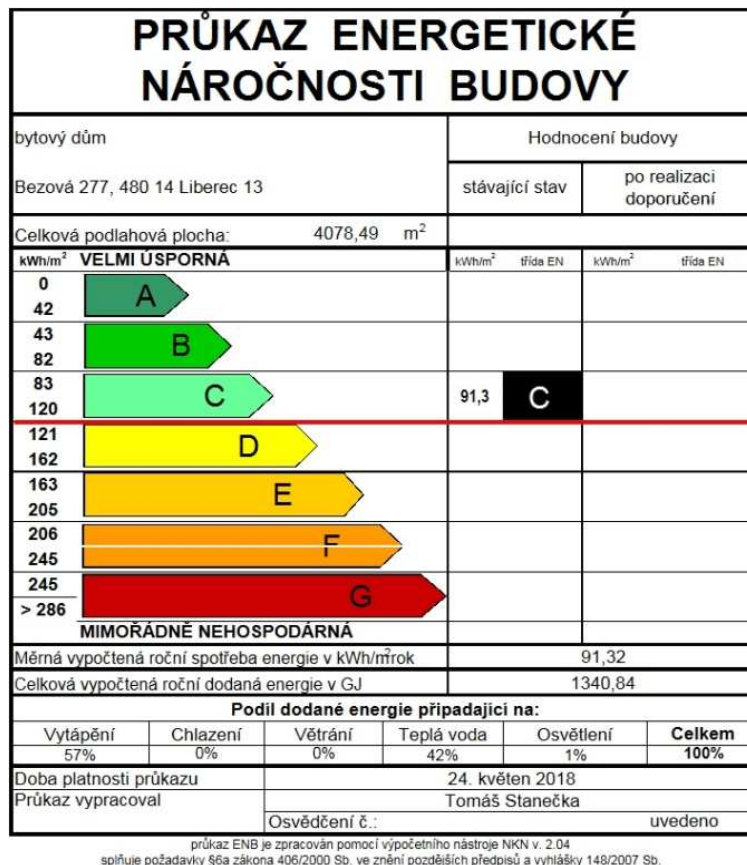


Cena 1 m² se pohybuje mezi 800 – 1500 Kč [13], záleží především na druhu systému, jeho tloušťce, členitosti fasády, typu budovy a způsob montáže. Zvolením nejméně příznivé ceny (1500 Kč/m²) vyjdou náklady na zateplení obvodového pláště budovy o ploše 2367 m² na 3 550 500 Kč, při započtení oken ($U = 1,4 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$) a vchodových dveří ($U = 2,6 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$) cca na 4 miliony Kč.

Pomocí programu NKN bylo zjištěno, že touto úpravou dojde k další úspoře (oproti variantě s pouze s vyměněnými okny – kap. 7.1) vypočtené celkové roční dodané energie a to na

1340,84 GJ; měrná roční spotřeba energie je 91,3 kWh.m⁻²rok⁻¹. Třída energetické náročnosti zůstává C – vyhovující.

Obr. 13. Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti hodnocené budovy s vyměněnými okny a zateplenou fasádou



Zateplením obvodového pláště dojde tedy ke snížení nákladů na vytápění. Mezi další klady zateplení lze zahrnout estetický vzhled, snížení nákladů na údržbu domu, prevence proti destrukcím. Zateplení vytváří ochranu nosné i obvodových konstrukcí, které se v zimě na povrchu ochlazují na -15 °C i níže a v létě se naopak ohřívají na +70°C i více. Po zateplení jsou tyto oblasti z vnější strany chráněny dodatečnou tepelnou izolací a nedochází tedy v takové míře k namáhání pláště budovy tepelnou roztažností.

7.3 Využití obnovitelných zdrojů energie

Jedním z požadavků při vyhotovování protokolů energetické náročnosti budov je i posouzení technické, environmentální a ekonomické proveditelnosti systémů využívajících obnovitelných zdrojů energie.

Bylo zvoleno využití solárních kolektorů pro ohřev teplé vody a to celoročně. Dvacet plochých solárních kolektorů typu KPC2 - BP od firmy Regulus, je umístěno na konstrukcích skloněných pod úhlem 45° a orientovaných jihozápadním směrem na střeše hodnoceného panelového domu. Celková plocha kolektorů činí 40 m², náklady na investici jsou stanoveny na 350 tisíc korun včetně dotace 50 tisíc Kč. Instalací tohoto systému se sníží potřeba dodávané energie pro přípravu TV. Programem NKN bylo zjištěno, že vypočtená celková roční dodaná energie je 1260,48 GJ; měrná roční spotřeba energie je 85,8 kWh.m⁻².rok⁻¹. Třída energetické náročnosti zůstává C – vyhovující.

Pokud by byl nainstalován větší systém (minimálně 64 m²), klesla by měrná roční spotřeba energie pod 82 kWh.m⁻².rok⁻¹ a třída energetické náročnosti by již byla B – úsporná.

Obr. 14. Varianta s vyměněnými okny, zateplenou fasádou a solárními kolektory

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY					
bytový dům			Hodnocení budovy		
Bezová 277, 480 14 Liberec 13			stávající stav		po realizaci doporučení
Celková podlahová plocha:			4078,49 m ²		
kWh/m ² VELMI ÚSPORNÁ			kWh/m ²	třída EN	kWh/m ² třída EN
0					
42					
43					
82					
83			85,8	C	
120					
121					
162					
163					
205					
206					
245					
245					
> 286					
MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ					
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok			85,85		
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			1260,48		
Podíl dodané energie připadající na:					
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	Celkem
60%	0%	0%	39%	1%	100%
Doba platnosti průkazu			24. květen 2018		
Průkaz vypracoval			Tomáš Stanečka		
			Osvědčení č. : uvedeno		

průkaz ENB je zpracován pomocí výpočetního nástroje NKN v. 2.04
splňuje požadavky §6a zákona 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky 148/2007 Sb.

7.4 Porovnání jednotlivých úprav

7.4.1 Energetické srovnání

Tabulka 12 dává přehled o spotřebované energii pro jednotlivé varianty úprav panelového domu. Z ní je patrné, že k největším úsporám dojde při současné výměně oken, zateplení obvodového pláště a instalaci kolektorů. Vzhledem ke stejnému typu a regulaci vnitřního osvětlení, zůstávají hodnoty spotřebované energie na osvětlení u všech posuzovaných variant stejné. Hodnota spotřebované energie na přípravu TV se sníží pouze v případě využití solárních kolektorů. Podrobné rozložení potřeb a spotřeb energií během roku pro jednotlivé varianty je shrnut v příloze 9.

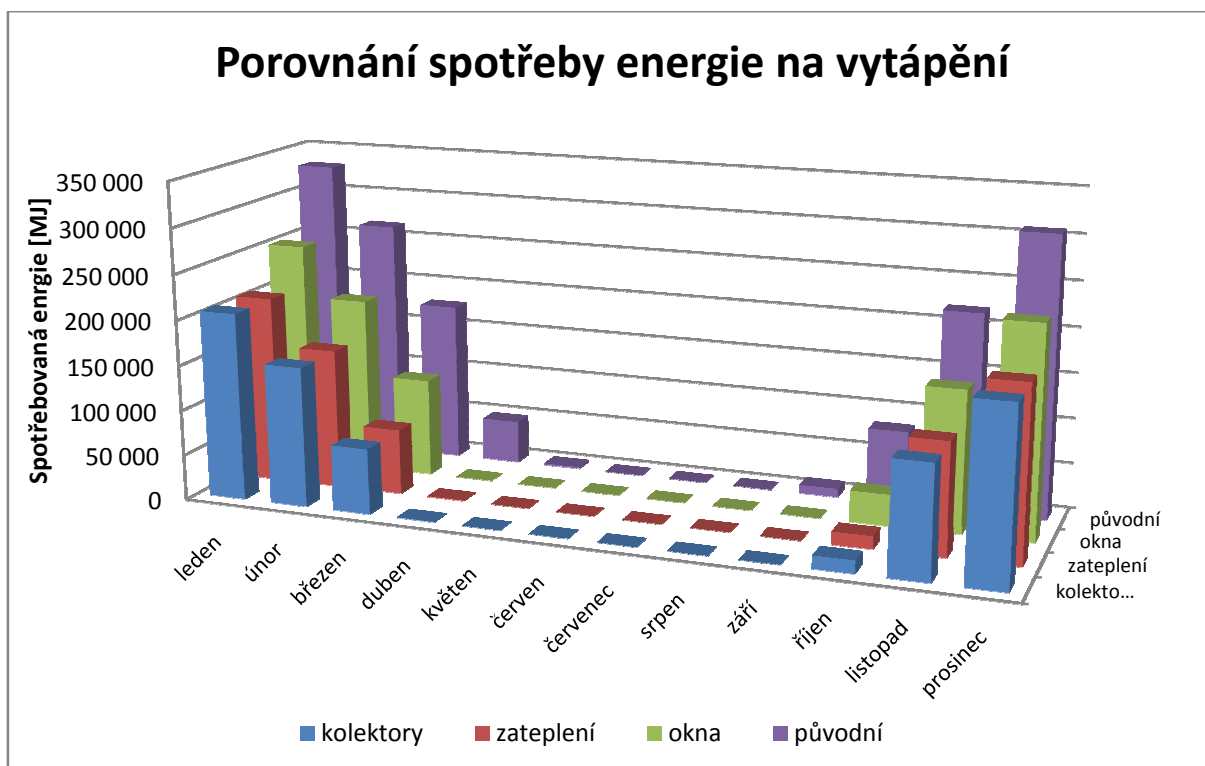
Tab. 12. Přehled spotřebované energie pro jednotlivé varianty.

	Původní	okna	+ zateplení	+ kolektory
Vypočtená měrná roční spotřeba energie [kWh.m ⁻²]	137,4	105,9	91,3	85,8
Energetická třída	D	C	C	C
Celková vypočtená roční spotřeba energie [GJ]	20 017,4	1 554,8	1 340,8	1 260,5
Podíl na celkové roční spotřebě energie [GJ]				
Vytápění	1 345,6	973,3	759,1	759,1
Příprava TV	562,6	562,6	562,6	482,3
Osvětlení	13,3	13,3	13,3	13,3
Technologie	5,9	5,7	5,8	5,8

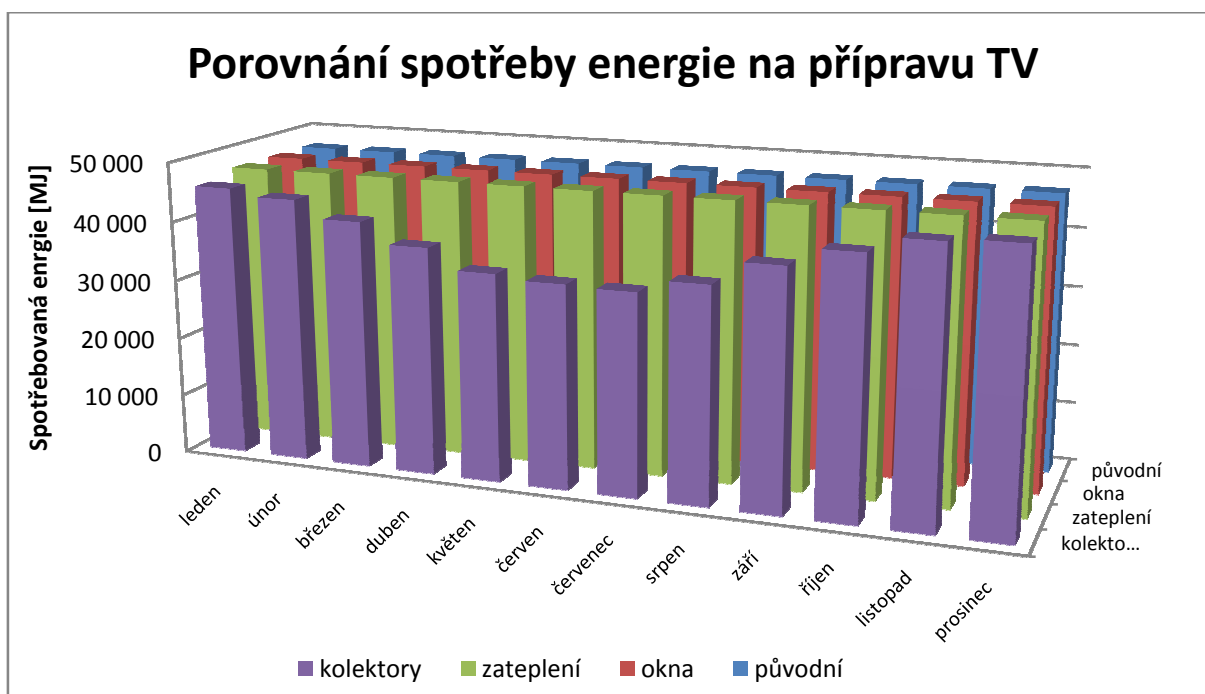
V grafu 2 je vyobrazeno porovnání spotřeb energie na vytápění pro jednotlivé varianty. Je zřejmé, že v měsících květen až září není uvažováno vytápění objektu. Graf 3 pak dává náhled ve změnách spotřeb energie na přípravu TV během roku; je zde patrné, že spotřeba tepla na přípravu TV se sníží pouze v případě instalace solárních kolektorů. Průběh snížení odpovídá získané energii ze Slunce, která je v letních měsících vyšší.

Graf 4 znázorňuje podíly spotřeb jednotlivých technologií na celkové roční spotřebě a zároveň ukazuje úspory celkových potřeb energie pro jednotlivé druhy úprav panelového domu.

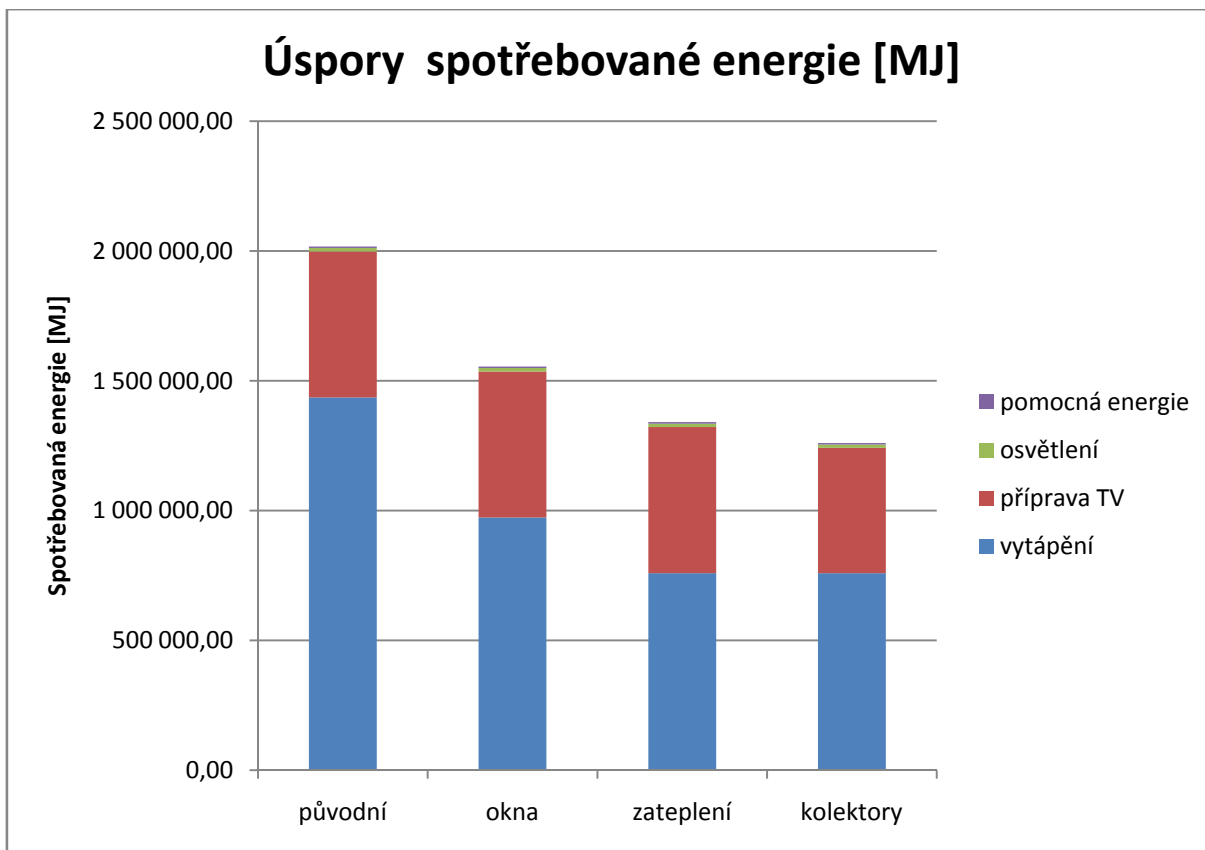
Graf 2.



Graf 3.



Graf 4.



7.4.2 Ekonomické srovnání

V první řadě je zapotřebí zmínit, že ne všechny klady a zápory úprav lze vyčíslit penězi. Jde zejména o efekt snížení spotřeby energie, který má současně dopad i na snížení škodlivin v ovzduší (za předpokladu, že energie dodávané do budovy jsou vyráběny z fosilních paliv).

Ekonomické zhodnocení jednotlivých variant je přehledně uspořádáno v příloze 10. Hodnocením jednotlivých variant z hlediska prosté doby návratnosti, které se vypočte dle vztahu:

$$T_n = \frac{IN}{CF_t} = \frac{IN}{(V - N_p)} \quad (22)$$

- kde
- IN je investice do projektu [Kč]
 - CF_t je tok hotovosti, roční přínosy projektu [Kč]
 - V výnosy, hodnota úspor energie [Kč]
 - N_p provozní výdaje (uvažováno 0,-) [Kč]

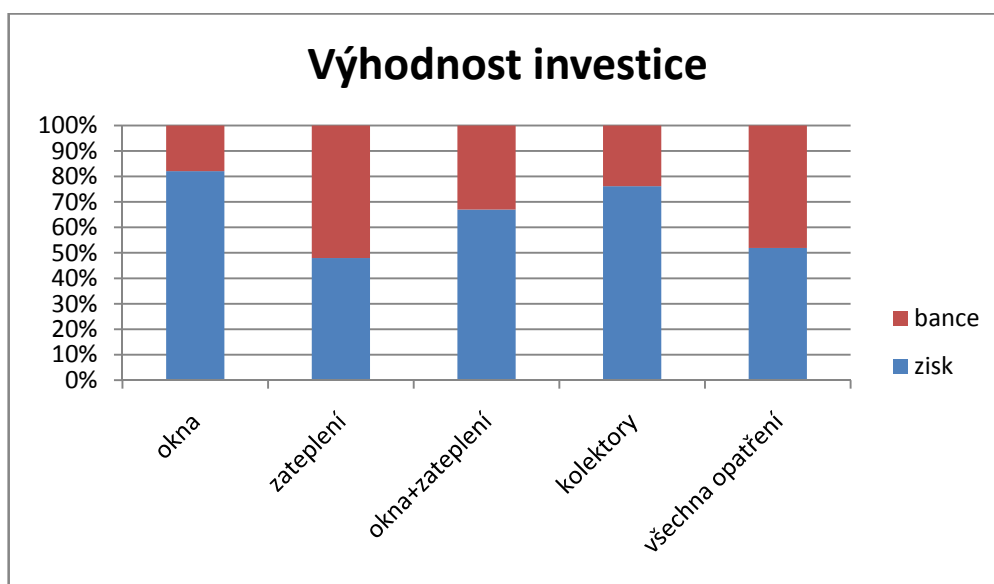
byl učiněn závěr, že nejvýhodnější by byla investice do instalace nových oken. Nejméně výhodná by pak byla investice do zateplení provedeného na domě s již nainstalovanými novými okny. Toto hodnocení však neuvažuje zvyšování cen energie (v současné době přibližně 4% meziroční nárůst [20]).

Příloha 10 ukazuje také, že pokud by byly peníze určené k investici do úsporných opatření na místo toho uloženy v bance s 5% úročením po dobu životnosti (uvažováno 30 let), vyplatila by se investice pouze do instalace nových oken a slunečních kolektorů.

Sloupec „úspora po x letech“ v příloze 10, reprezentuje množství uspořených finančních prostředků. Tučně je pak v tomto sloupci zvýrazněna částka, kdy dojde ke splacení investice. Vzhledem k tomu, že bytové družstvo nemá dostatek volných finančních prostředků nutných k investici, muselo by si půjčit v bance. Uváží-li se příznivý 7% úrok, byl by nejdříve splacen úvěr (červeně označené částky) na instalaci oken (po osmi letech), nejdéle (41 let) by trvalo zaplacení úvěru do dodatečného zateplení domu, který již má nová okna. Úspora získaná novými okny může krýt náklady na půjčku pro zateplení (viz sloupec „okna+zateplení“); pak by byla návratnost takového projektu přijatelných 19 let.

Výhodnost investice znázorňuje i graf 5., kde jsou porovnány zisky získané za dobu životnosti (30 let) úsporou energie s náklady spojenými se splacením úvěru na investici, jehož délka odpovídá dvaceti rokům. Je zřejmé, že peníze ušetřené na spotřebované energii („zisk“) by měly být vyšší než množství peněz zaplacené bance za úvěr („banka“).

Graf 5.



8 Závěr

Dosavadní hodnocení budov probíhalo na základě metod zohledňujících měrnou potřebu tepla. Lze tedy říci, že výsledné hodnocení ovlivňovaly tepelně technické vlastnosti budovy. Hodnocení energetické náročnosti budov vychází z měrné spotřeby energie, netýká se tedy pouze stavebního řešení (konstrukcí), ale i technologických celků umístěných v budově; toto hodnocení ovlivňují všechny systémy podílející se na spotřebě a „výrobě“ energie.

Uvádí pouze jakousi představu o tom, jak může dům fungovat, bude-li užíván ve shodě se standardizovanými profily užívání.

Hodnocení budov na základě energetické náročnosti je požadováno směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES. Zavedení takového hodnocení je nepochybně dobrá cesta, jak dosáhnout snížení nákladů na provoz budov, které se podílejí až 40% na celkové spotřebě EU. Jako určitý nedostatek lze spatřit v tom, že se jedná o striktní nařízení pro vlastníky budov, bez snahy o podpoření jejich vlastní iniciativy k dosažení co nejúspornějších řešení (např. daňovým zvýhodněním). Další „vadou“ je nejen nedokonalost, ale i nestálost legislativních podmínek.

Pro zadaný panelový dům byl vytvořen pomocí výpočetního programu NKN průkaz energetické náročnosti budovy a byla stanovena třída jeho energetické náročnosti jako D – nevyhovující. Tento výsledek ovlivnilo hlavně stáří budovy, která byla postavena v roce 1978 a její tepelně technické vlastnosti odpovídají době jejího postavení. Největší slabinou této budovy byla určena okna, která vlivem času ztratila nejvíce na svých tepelně izolačních vlastnostech.

Z navržených řešení ke zlepšení energetické náročnosti budovy tak co do energetické i ekonomické výhodnosti vychází nejlépe právě výměna oken. Je doporučeno tuto výměnu provést současně se zateplením pláště budovy, protože větší zvýšení energetických úspor s sebou přináší i lepší ekonomickou proveditelnost. Těmito opatřeními lze dosáhnout třídy energetické náročnosti C – vyhovující.

Závěrem je třeba dodat, že vyhotovení průkazu energetické náročnosti budovy bude požadováno od 1. 1. 2009 a to u nových budov a u stávajících budov, jejichž plocha je větší než 1000 m² a u nichž dojde ke větším stavebním úpravám.

9 Použité informační zdroje

- [1] ČSN 060210. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [2] ČSN 73 0540-1:2005 Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [3] ČSN 73 0540-2:2002 Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [4] ČSN 73 0540-3:1995 Praha: Český normalizační institut, 1995.
- [5] ČSN 73 0540-4:2005 Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [6] JÁČOVÁ, H., DUBOVÁ, M. *Vybrané kapitoly z finančního řízení podniku*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-909-0
- [7] KABELE, K., et al. *Národní kalkulační nástroj pro hodnocení energetické náročnosti budov*. 1. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2007. ISBN 978-80-02-01982-4
- [8] KABELE, K., et al. *Národní metodika výpočtu energetické náročnosti budov. Závěrečná zpráva*. ČVUT: Praha, 2007.
- [9] *Komplexní regenerace nosné konstrukce panelových domů stavební soustavy BANKS*. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2005.
- [10] KULHÁNEK, F., TYWONIAK, J. *Stavební fyzika 20*. 2. vyd. Praha: ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02219-6
- [11] Ladislav Lacina – plastová okna ceník. In *Plastová okna a dveře* [online]. [cit. 15. 5. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://plastova-okna.vyrobce.cz/vypocet.html>>
- [12] *Nové evropské předpisy pro úsporu energie*. Brusel: Evropská komise – Generální ředitelství pro energii a dopravu, 2004
- [13] Orientační náklady na realizaci vybraných energeticky úsporných opatření. In *Infoenergie.CZ* [online]. [cit. 16. 5. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.infoenergie.cz/web/root/energy.php?nav01=163&nav02=289>>
- [14] PAPEŽ, K., et al. *Technická zařízení budov II. Vytápění. Cvičení*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1999. ISBN 80-01-01531-9
- [15] *prEN 15217*. Brusel: European committee for standardization, 2005
- [16] Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. In *TZB-info – stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. [cit. 6. 5. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=47&h=38>>
- [17] Roplasto 7001 – Technické informace. Brno: Roplasto profile, s.r.o., 2007. 28s.

- [18] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES. In *Úřední věstník evropských společenství*. Brusel, 2003.
- [19] Tabulky a výpočty. In *TZB-info – stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. [cit. 6. 5. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=1&obor=2>>
- [20] Teplo zdraží v průměru o 10,25 % díky novým daním. In *TZB-info – stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. [cit. 6. 5. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4540&h=3>>
- [21] Vyhláška 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov. In *Národní kalkulační nástroj pro hodnocení energetické náročnosti budov*. 1. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2007. ISBN 978-80-02-01982-4
- [22] Výpočet tepelné ztráty objektu dle ČSN 06 0210. In *TZB-info – stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. [cit. 6. 5. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=107&h=38>>
- [23] *Zákon č. 406/2006 Sb. o hospodaření energií*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p.o., 2006. ISSN 1211-1214
- [24] Zateplení. In *INFO PANEL – Portál o moderním bydlení v panelových domech* [online]. [cit. 15. 5. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.infopanel.cz/panelove-domy/opravy-paneloveho-domu-a-jeji-casti/zatepleni/>>

10 Seznam příloh

1. Tepelné charakteristiky budovy
2. Stanovení třídy energetické náročnosti na základě vypočtené měrné spotřeby energie
3. Přehled dostupných verzí výpočetního nástroje NKN
4. Popis obsahu nejdůležitějších listů výpočetního nástroje NKN
5. Základní rozměry panelového domu
6. Popis standardizovaných profilů užívání pro zóny typu obytný dům
7. Přehled jednotlivých konstrukcí a jejich přiřazení zónám
8. Roční potřeba energie
9. Energetické srovnání jednotlivých variant
10. Ekonomické srovnání jednotlivých variant
11. Protokol průkazu energetické náročnosti budovy

Přílohy

1. Tepelné charakteristiky budovy

Geometrická charakteristika budovy $S / V [m^2 / m^3]$	$q_{c,N} [W.m^{-3}.K^{-1}]$		
	Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Přípustná hodnota ¹⁾
0,20	0,35	0,28	0,48
0,30	0,43	0,34	0,60
0,40	0,50	0,40	0,70
0,50	0,56	0,45	0,79
0,60	0,62	0,49	0,86
0,70	0,67	0,53	0,93
0,80	0,71	0,57	0,99
0,90	0,75	0,60	1,05
1,00	0,79	0,63	1,10
¹⁾ Přípustná hodnota platí pro rekonstrukce			

Zdroj: [3]

2. Stanovení třídy energetické náročnosti na základě vypočtené měrné spotřeby energie

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G
Rodinný dům	< 51	51 – 97	98 – 142	143 – 191	192 – 240	241 – 286	> 286
Bytový dům	< 43	43 – 82	83 – 120	121 – 162	163 – 205	206 – 245	> 245
Hotel a restaurace	< 102	102 – 200	201 – 294	295 – 389	390 – 488	489 – 590	> 590
Administrativní budova	< 62	62 – 123	124 – 179	180 – 236	237 – 293	294 – 345	> 345
Nemocnice	< 109	109 – 210	211 – 310	311 – 415	416 – 520	521 – 625	> 625
Budova pro vzdělávání	< 47	47 – 89	90 – 130	131 – 174	175 – 220	221 – 265	> 265
Sportovní zařízení	< 53	53 – 102	103 – 145	146 – 194	195 – 245	246 – 297	> 297
Budova pro velkoobchod a maloobchod	< 67	67 – 121	122 – 183	184 – 241	242 – 300	301 – 362	> 362

hodnoty měrné spotřeby energie jsou v $kWh.m^{-2}.rok^{-1}$

Zdroj: [21]

3. Přehled dostupných verzí výpočetního nástroje NKN

Označení verze NKN	Datum zveřejnění, dostupnost
NKN v. 1.01	30. 10. 2006 – 14. 02. 2007
<i>Pilotní verze NKN obsahující podrobně zpracovanou výpočetní metodiku podle podkladů a předběžné verze vyhlášky.</i>	
NKN v. 1.02	14. 02. 2006 – 01. 03. 2007
<i>Celkově aktualizovaná verze, opraveny funkční nedostatky a kolize v uživatelském rozhraní a výstupech, přidány bilanční grafy, výpočetní jádro je shodné s NKN v. 1.01. Upravený databázový soubor klimatických dat.</i>	
NKN v. 1.03	01. 03. 2007 – 09. 2007 (veřejně dostupný na webových stránkách)
<i>Upraven funkční algoritmus, odstraněny chyby v uživatelském rozhraní a výstupech z NKN, výpočetní jádro obsahuje zásadní změny vzhledem k výpočtu potřeby energie na větrání. Upravený databázový soubor klimatických dat.</i>	
NKN v. 2.01	05. 2007 – 07. 2007 verze nebyla zveřejněna, určena pouze pro interní zkoušení a validaci
<i>Komplexně aktualizované výpočetní jádro na základě průběhu testování. V souladu s ověřením výpočetního jádra - výpočetního postupu, byla opravena Metodika výpočtu ENB v podle správného výpočetního postupu. Upravený databázový soubor klimatických dat na základě výsledků testování.</i>	
NKN v. 2.02	07. 2007 – 08. 2007 verze nebyla zveřejněna, určena pouze pro interní zkoušení a ladění výpočetního jádra a úpravu uživatelského rozhraní
<i>Komplexně aktualizované výpočetní jádro na základě průběhu testování, na základě aktualizované národní metodiky provedena úprava uživatelského rozhraní a podoby výstupů na základě schválené vyhlášky 148/2007 Sb. (grafické znázornění potřeby a spotřeby energií, protokol průkazu ENB a jeho grafické znázornění). Korekce uživatelských profilů standardizovaného užívání budovy.</i>	
NKN v. 2.03	09. 2007 předpokládané zveřejnění finální verze NKN na základě konečné podoby prováděcí vyhlášky 148/2007 Sb. k §6a zákona 406/2000 Sb. v pozdějším znění
<i>Konečná verze výpočetního nástroje NKN s otestovaným výpočetním jádrem a otestovanými databázovými údaji.</i>	

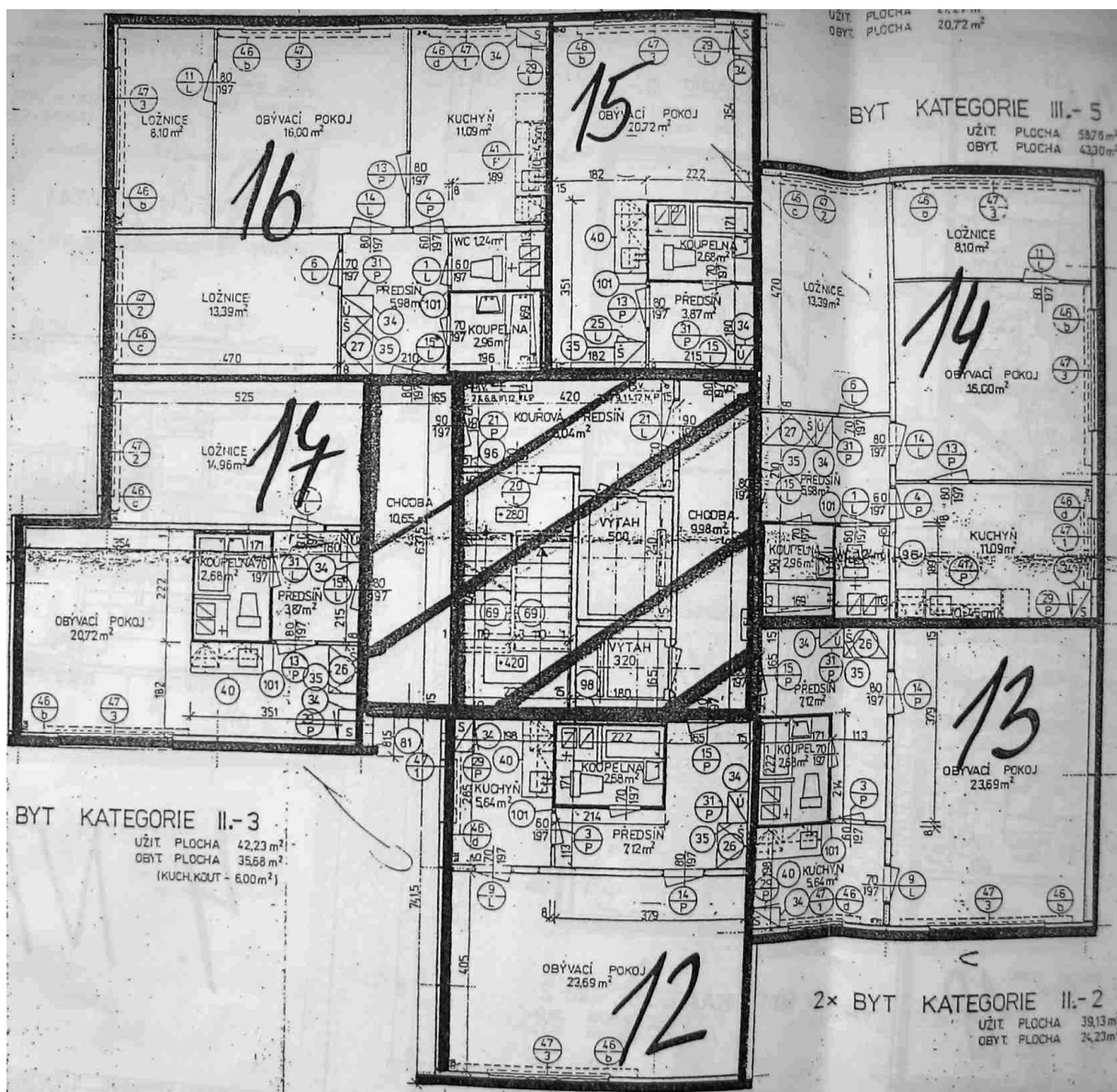
Zdroj: [7]

4. Popis obsahu nejdůležitějších listů výpočetního nástroje NKN

Název listu	Charakteristika, popis obsahu listu
Vytápění – zdroje tepla	Popis zdroje tepla a zařízení spotřebovávající pomocné energie. Jako zdroj tepla je definován obecný zdroj tepla (CZT, kotel na různá paliva). Jako zdroj tepla je zahrnuto mmj. tepelné čerpadlo, nebo kogenerační jednotka, které jsou definovány podrobněji pomocí výběru ze systémových řešení.
Chlazení – zdroje chladu	Popis zdroje chladu a zařízení spotřebovávající pomocnou energii potřebnou pro provoz chladicího zařízení. Zdroj chladu je definován pomocí volby z přednastavených možných systémových řešení.
Vzduchotechnika	Popis mechanického systému větrání pomocí parametrů ovlivňující energetickou účinnost řešení (účinnost ZZT, cirkulace vzdušiny). Popis systému vlhčení vzdušiny pomocí systémového řešení technologie vlhčení. Objemový průtok vzduchu upravovaný systémem VZT je stanoven automaticky na základě požadavků standardizovaného profilu užívání budovy, vč. pomocné energie, kterou spotřebovávají ventilátory systému VZT.
OZE	Popis systémů využívající energie slunce (termosolární systémy a fotovoltaické systémy). Základní popis systému z hlediska určení koncové spotřeby energie, z hlediska velikosti, umístění, orientace, apod.
Příprava teplé vody	Základní popis systému pomocí údaje roční spotřeby teplé vody a jejích parametrů, určení způsobu ohřevu, přiřazení zdroje tepla z předdefinovaných zdrojů v listu „Vytápění – zdroje tepla“.
Budova – identifikace	Základní identifikace budovy, formální popisné údaje potřebné pro protokol průkazu ENB, základní rozdělení budovy do zón, přiřazení profilů standardizovaného užívání budovy
Budova - konstrukce	Identifikace základních skladeb konstrukcí, základní katalog konstrukcí
Zóny - popis	Podrobný popis zón definovaných v listu „Budova – identifikace“,
Stavební část	Identifikace všech konstrukcí ohraničující zadané zóny, výběr z předdefinovaných skladeb v listu „Budova – konstrukce“ a přiřazení konstrukcí k příslušné již definované zóně vč. okrajových podmínek (orientace, prostředí za konstrukcí, apod.)

Zdroj: [7]

5. Základní rozměry panelového domu



6. Popis standardizovaných profilů užívání pro zóny typu obytný dům

Užívání zóny				
typ zóny	počátek provozu zóny	konec provozu zóny	provozní doba užívání zóny	roční užívání budovy počet provozních dní
	-	-	$t_{use,h}$	$t_{use,d}$
	hodina	hodina	h	den
Obytný dům - Normový byt	0	24	24	365
Obytný dům - Společné prostory, technické podlaží	0	24	24	365
Obytný dům - Nevytápěné místnosti	0	24	24	365

Vytápění			
typ zóny	vnitřní výpočtová teplota pro režim vytápění	vnitřní výpočtová teplota pro režim vytápění mimo provozní dobu	provozní doba vytápění objektu
	$\theta_{i,H}$		$t_{H,h}$
	°C		hod/den
Obytný dům - Normový byt	21	18	24
Obytný dům - Společné prostory, technické podlaží	18	16	24
Obytný dům - Nevytápěné místnosti	16	16	0

Chlazení				
typ zóny	vnitřní výpočtová teplota pro režim chlazení	vnitřní výpočtová teplota pro režim chlazení mimo provozní dobu	provozní doba chlazení objektu	teplota přiváděného vzduchu pro chlazení
	$\theta_{i,C}$		$t_{C,h}$	$T_{supp,n}$
	°C		hod/den	°C
Obytný dům - Normový byt	26	30	24	21
Obytný dům - Společné prostory, technické podlaží	30	30	24	30
Obytný dům - Nevytápěné místnosti	30	30	0	30

Větrání						
typ zóny	nucené, hybridní			přírozené		
	minimální tok větracího vzduchu	měrná jednotka	průměrná teplota přiváděného vzduchu	minimální tok větracího vzduchu	průměrná teplota přiváděného vzduchu	dobu provozu větracího zařízení
	$V_{V,k}$	-	$T_{supp,n}$	$V_{V,d}$	$T_{supp,n}$	$t_{V,mech,h}$
	$m^3/h/mj.$	mj	$^{\circ}C$	l/h	$^{\circ}C$	hod/den
Obytný dům - Normový byt	50	osoby	21	0,5	teplota venkovního vzduchu	24
Obytný dům – Spol. prostory, techn. podlaží	4	m^2 podlahové plochy	18	0,5	teplota venkovního vzduchu	24
Obytný dům - Nevytápěné místnosti	2	m^2 podlahové plochy	16	0,5	teplota venkovního vzduchu	24

Tepelné zisky							
typ zóny	tepelné zisky			provozní hodiny			ostatní
	osoby	časový podíl přítomnosti osob	pomocné energie	časový podíl doby provozu	dobu využití denního světla za rok	dobu využití bez denního světla za rok	měrná roční spotřeba elektriny na osvětlení
	q_{OCC}	f_{OPP}	q_{APP}	f_{APP}	t_D	t_N	W_{light}
	W/m^2	-	W/m^2	-	h	h	kWh/m^2
Obytný dům - Normový byt	3	1,0	3	0,2	3000	2000	0,9
Obytný dům – Spol. prostory, techn. podlaží	0	1,0	0	0,2	3000	2000	0,18
Obytný dům - Nevytápěné místnosti	0	1,0	0	0,2	3000	2000	0,18

Zdroj: [8]

7. Přehled jednotlivých konstrukcí a jejich přiřazení zónám

číslo konstrukce	Název konstrukce	Orientace	Prostředí za konstrukcí	Plocha konstrukce / výplň	Součinitel prostupu tepla	Propustnost průsvitné části	Činitel teplotní redukce
					U	g	
				m ²	W/m ² K	-	
Zóna 1 - Byty							
1	Obvodová stěna S	S	ext	651,89	0,60	0	0,4
2	Obvodová stěna J	J	ext	587,09	0,60	0	0,4
3	Obvodová stěna V	V	ext	565,25	0,60	0	0,4
4	Obvodová stěna Z	Z	ext	558,77	0,60	0	0,4
5	Okna S	S	ext	64,80	2,80	0,8	1,15
6	Okna J	J	ext	129,60	2,80	0,8	1,15
7	Okna V	V	ext	180,00	2,80	0,8	1,15
8	Okna Z	Z	ext	151,20	2,80	0,8	1,15
9	Střecha	hor.	ext	310,72	0,39	0	1
Zóna 2 - Společné prostory							
10	Suterén pod zem S	S	zemina	32,00	1,02	0	0,57
11	Suterén pod zem J	J	zemina	32,00	1,02	0	0,57
12	Suterén pod zem V	V	zemina	33,80	1,02	0	0,57
13	Suterén pod zem Z	Z	zemina	33,80	1,02	0	0,57
14	Suterén podlaha	hor.	zemina	322,06	1,80	0	0,4
15	Suterén strop	hor.	zóna 1	274,30	4,35	0	0,14
16	Suterén nad zemí S	S	ext	25,57	0,60	0	0,4
17	Suterén nad zemí J	J	ext	23,41	0,60	0	0,4
18	Suterén nad zemí V	V	ext	30,13	0,60	0	0,4
19	Suterén nad zemí Z	Z	ext	24,25	0,60	0	0,4
20	Okna sklep S	S	ext	2,16	3,8	0,8	1,15
21	Okna sklep J	J	ext	4,32	3,8	0,8	1,15
22	Okna sklep V	V	ext	6,12	3,8	0,8	1,15
23	Okna sklep Z	Z	ext	5,04	3,8	0,8	1,15
24	Okno chodba	Z	ext	47,04	3,8	0,8	1,15
25	Střecha chodby	hor.	ext	47,76	0,39	0	1
26	Vstup stěna	V	ext	6,96	0,60	0	0,4
27	Vstupní dveře	V	ext	4,80	6,50	0	0,57
28	Stěny - předsíň	Z	zóna 1	39,48	3,93	0	0,14
29	Chodby (Z1-Z2)	Z	zóna 1	334,20	3,93	0	0,14
30	Bytové dveře	Z	zóna 1	127,80	2,00	0	0,14

8. Roční potřeba energie [MJ]



9. Energetické srovnání jednotlivých variant

Roční spotřeba a potřeba energie [MJ]													
původní	potřeba	leden											
		únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	CELKEM
původní	vytápění	226 479,71	181 848,83	121 369,94	32 833,04	1 088,79	0,00	0,00	6 433,42	56 341,40	150 264,52	211 530,69	988 190,34
	příprava TV	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	405 090,00
	CELKEM	260 237,21	215 606,33	155 127,44	66 590,54	34 846,29	33 757,50	33 757,50	40 190,92	90 098,90	184 022,02	245 288,19	1 393 280,34
	vytápění	329 383,44	264 403,84	176 244,90	47 538,97	1 574,72	0,00	0,00	9 304,70	81 512,62	218 156,27	307 501,05	1 435 640,51
	příprava TV	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	562 625,04
okna	osvětlení	1 324,89	1 192,40	1 059,91	927,42	794,93	794,93	927,42	1 192,40	1 192,40	1 457,38	1 589,87	13 248,88
	potomocná energie	653,26	590,04	555,63	443,23	425,46	327,84	327,84	443,23	588,18	600,70	653,26	5 925,93
	CELKEM	378 247,01	313 071,70	224 745,86	95 815,04	49 680,53	47 997,61	48 008,19	57 825,75	130 178,62	267 099,77	356 629,60	2 017 440,36
okna	vytápění	171 976,67	132 685,78	74 378,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23 775,65	106 853,94	158 865,82	668 536,20
	příprava TV	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	405 090,00
	CELKEM	205 734,17	166 443,28	108 135,84	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	57 533,15	140 611,44	192 623,32	1 073 626,20
	vytápění	250 555,28	193 298,96	108 280,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34 412,39	155 371,24	231 331,47	973 249,95
	příprava TV	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	562 625,04
zateplení	osvětlení	1 324,89	1 192,40	1 059,91	927,42	794,93	794,93	927,42	1 192,40	1 192,40	1 457,38	1 589,87	13 248,88
	potomocná energie	653,26	590,04	555,63	317,26	327,84	327,84	327,84	443,23	588,18	600,70	653,26	5 702,34
	CELKEM	299 418,85	241 966,82	156 781,57	48 130,10	47 997,61	48 008,19	48 140,68	48 521,05	83 078,39	204 314,74	280 460,02	1 554 826,21
zateplení	vytápění	141 915,51	105 796,99	49 477,36	371,80	0,00	0,00	0,00	0,00	9 623,63	84 107,86	130 251,71	521 544,86
	příprava TV	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	405 090,00
	CELKEM	175 673,01	139 554,49	83 234,86	34 129,30	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	43 381,13	117 865,36	164 009,21	926 634,86
	vytápění	206 710,68	154 090,11	72 001,69	556,72	0,00	0,00	0,00	0,00	13 919,59	122 242,25	189 614,22	759 135,26
	příprava TV	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	46 885,42	562 625,04
kolektory	osvětlení	1 324,89	1 192,40	1 059,91	927,42	794,93	794,93	927,42	1 192,40	1 192,40	1 457,38	1 589,87	13 248,88
	potomocná energie	653,26	590,04	555,63	443,23	327,84	327,84	327,84	443,23	588,18	600,70	653,26	5 828,31
	CELKEM	255 574,25	202 757,97	120 502,65	48 812,79	47 997,61	48 008,19	48 140,68	48 521,05	62 585,59	171 185,75	238 742,77	1 340 837,49
kolektory	vytápění	141 915,51	105 796,99	49 477,36	371,80	0,00	0,00	0,00	0,00	9 623,63	84 107,86	130 251,71	521 544,86
	příprava TV	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	405 090,00
	CELKEM	175 673,01	139 554,49	83 234,86	34 129,30	33 757,50	33 757,50	33 757,50	33 757,50	43 381,13	117 865,36	164 009,21	926 634,86
	vytápění	206 710,68	154 090,11	72 001,69	556,72	0,00	0,00	0,00	0,00	13 919,59	122 242,25	189 614,22	759 135,26
	příprava TV	45 604,83	44 463,65	41 592,34	38 191,44	34 812,96	34 084,60	35 963,80	39 851,35	42 767,48	45 301,00	45 835,99	482 267,40
kolektory	osvětlení	1 324,89	1 192,40	1 059,91	927,42	794,93	794,93	927,42	1 192,40	1 192,40	1 457,38	1 589,87	13 248,88
	potomocná energie	653,26	590,04	555,63	443,23	327,84	327,84	327,84	443,23	588,18	600,70	653,26	5 828,31
	CELKEM	254 293,66	200 336,20	115 209,57	40 118,81	35 935,73	35 196,79	37 219,06	41 486,98	58 467,65	169 601,33	237 693,34	1 260 479,85

10. Ekonomické srovnání jednotlivých variant

investiční výdaje projektu		okna	zateplení*		okna+zateplení	kolektory		všechna opatření			
IN		1 744 000,00 Kč	4 000 000,00 Kč		5 744 000,00 Kč	350 000,00 Kč		11 838 000,00 Kč			
ušetřená energie [GJ]		463	214		676,6	65		741,6			
roční hodnota úspor energie		268 540,00 Kč	124 120,00 Kč		392 428,00 Kč	37 700,00 Kč		430 128,00 Kč			
prostá doba návratnosti vynaložené investice [roky]		6,5	32,2		14,6	9,3		27,5			
zúročení vkladu (IN) po 30 letech (5% úrok)		7 537 467,50 Kč	17 287 769,50 Kč		24 825 237,00 Kč	1 512 679,83 Kč		51 163 153,84 Kč			
roky (x)	cena za GI tepla (meziroční nárůst 4%)	celkem zapláceno bance včetně úroku (5%) při výši úvěru IN a délce splácení x		úspora po x letech		celkem zapláceno bance včetně úroku (5%) při výši úvěru IN a délce splácení x		úspora po x letech		celkem zapláceno bance včetně úroku (5%) při výši úvěru IN a délce splácení x	
		1 866 080,00 Kč		124 120,00 Kč		4 280 000,00 Kč		392 428,00 Kč		374 500,00 Kč	
1	580,00 Kč	268 540,00 Kč		268 540,00 Kč		1 866 080,00 Kč		430 128,00 Kč		12 666 660,00 Kč	
2	603,20 Kč	547 821,60 Kč		253 204,80 Kč		4 424 734,30 Kč		800 553,12 Kč		387 461,12 Kč	
3	627,33 Kč	838 274,46 Kč		387 452,99 Kč		4 572 619,99 Kč		1 225 003,24 Kč		400 104,25 Kč	
4	652,42 Kč	1 140 345,44 Kč		527 071,11 Kč		4 723 649,87 Kč		1 666 431,37 Kč		413 319,36 Kč	
5	678,52 Kč	1 454 499,26 Kč		672 273,96 Kč		4 877 813,89 Kč		2 125 516,63 Kč		426 808,72 Kč	
6	705,66 Kč	1 781 219,23 Kč		823 284,91 Kč		5 035 099,19 Kč		2 602 965,29 Kč		440 571,18 Kč	
7	733,89 Kč	2 121 008,00 Kč		980 336,31 Kč		5 195 490,15 Kč		3 099 111,91 Kč		454 605,39 Kč	
8	763,24 Kč	2 474 388,32 Kč		1 143 669,76 Kč		5 358 968,40 Kč		3 615 920,38 Kč		468 909,73 Kč	
9	793,77 Kč	2 841 903,85 Kč		1 313 536,55 Kč		5 525 512,92 Kč		4 152 985,20 Kč		483 482,38 Kč	
10	825,52 Kč	3 224 120,01 Kč		1 490 198,02 Kč		5 695 100,11 Kč		4 711 532,61 Kč		498 321,26 Kč	
11	858,54 Kč	3 621 624,81 Kč		1 673 925,94 Kč		5 867 703,81 Kč		5 292 421,91 Kč		513 424,08 Kč	
12	892,88 Kč	4 035 029,80 Kč		1 865 002,97 Kč		6 043 295,46 Kč		5 896 546,79 Kč		528 788,35 Kč	
13	928,60 Kč	4 464 970,99 Kč		2 063 723,09 Kč		6 221 844,10 Kč		6 524 836,66 Kč		626 831,78 Kč	
14	965,74 Kč	4 912 109,83 Kč		2 270 392,02 Kč		6 403 316,56 Kč		7 178 258,12 Kč		689 605,05 Kč	
15	1 004,37 Kč	5 377 134,22 Kč		2 485 327,70 Kč		6 587 677,48 Kč		7 857 816,45 Kč		754 889,25 Kč	
16	1 044,55 Kč	5 860 759,59 Kč		2 708 860,81 Kč		6 774 889,45 Kč		8 564 557,11 Kč		822 784,82 Kč	
17	1 086,33 Kč	6 363 729,98 Kč		2 941 335,24 Kč		6 964 913,13 Kč		9 299 567,39 Kč		893 396,22 Kč	
18	1 129,78 Kč	6 886 819,18 Kč		3 183 108,65 Kč		7 157 707,32 Kč		10 063 978,09 Kč		966 832,07 Kč	
19	1 174,97 Kč	7 430 831,94 Kč		3 434 552,99 Kč		7 353 229,13 Kč		10 858 965,21 Kč		1 043 205,35 Kč	
20	1 221,97 Kč	7 996 605,22 Kč		3 696 055,11 Kč		7 551 434,06 Kč		11 685 751,82 Kč		1 122 633,56 Kč	
21	1 270,85 Kč	8 585 009,43 Kč		3 968 017,32 Kč		7 752 276,14 Kč		12 545 609,89 Kč		1 205 238,90 Kč	
22	1 321,69 Kč	9 196 949,81 Kč		4 250 858,01 Kč		7 955 708,04 Kč		13 439 862,29 Kč		1 291 148,46 Kč	
23	1 374,55 Kč	9 833 367,80 Kč		4 545 012,33 Kč		8 161 681,22 Kč		14 369 884,78 Kč		1 380 494,40 Kč	
24	1 429,54 Kč	10 495 242,51 Kč		4 850 932,82 Kč		8 370 145,99 Kč		15 337 108,17 Kč		1 473 414,18 Kč	
25	1 486,72 Kč	11 183 592,21 Kč		5 169 090,14 Kč		8 581 051,72 Kč		16 343 020,50 Kč		1 570 050,74 Kč	
26	1 546,19 Kč	11 899 475,90 Kč		5 499 973,74 Kč		8 794 346,90 Kč		17 389 169,32 Kč		1 670 552,77 Kč	
27	1 608,03 Kč	12 643 994,94 Kč		5 844 092,69 Kč		9 009 979,27 Kč		18 477 164,09 Kč		1 775 074,88 Kč	
28	1 672,35 Kč	13 418 294,73 Kč		6 201 976,40 Kč		9 227 878,65 Kč		19 608 678,65 Kč		1 883 777,88 Kč	
29	1 739,25 Kč	14 223 566,52 Kč		6 574 175,46 Kč		9 448 043,61 Kč		20 785 453,80 Kč		1 996 828,99 Kč	
30	1 808,82 Kč	15 061 049,18 Kč		6 961 262,47 Kč		9 670 368,42 Kč		22 009 799,95 Kč		2 114 402,15 Kč	
31	1 881,17 Kč	15 932 031,15 Kč		7 363 832,97 Kč		9 894 816,35 Kč		23 282 099,95 Kč		2 236 678,24 Kč	
32	1 956,42 Kč	16 837 852,40 Kč		7 782 506,29 Kč		10 121 333,18 Kč		24 605 811,95 Kč		2 363 845,37 Kč	
33	2 034,67 Kč	17 779 906,49 Kč		8 217 926,54 Kč		10 349 864,61 Kč		25 982 472,43 Kč		2 496 099,18 Kč	
34	2 116,06 Kč	18 759 642,75 Kč		8 670 763,60 Kč		10 580 356,38 Kč		27 414 199,32 Kč		2 633 643,15 Kč	
35	2 200,70 Kč	19 778 568,46 Kč		9 141 714,15 Kč		10 827 754,35 Kč		28 903 195,30 Kč		2 776 688,88 Kč	
36	2 288,73 Kč	20 838 251,20 Kč		9 631 502,72 Kč		11 047 004,60 Kč		30 451 751,11 Kč		2 925 456,43 Kč	
37	2 380,28 Kč	21 940 321,25 Kč		10 140 882,82 Kč		11 283 053,50 Kč		32 062 249,15 Kč		3 080 174,69 Kč	
38	2 475,49 Kč	23 086 474,10 Kč		10 670 638,14 Kč		11 520 847,83 Kč		33 737 167,12 Kč		3 241 081,68 Kč	
39	2 574,51 Kč	24 278 473,06 Kč		11 221 583,66 Kč		11 760 334,81 Kč		35 479 081,80 Kč		3 408 424,94 Kč	
40	2 677,49 Kč	25 518 151,99 Kč		11 794 567,01 Kč		12 001 462,22 Kč		37 290 673,07 Kč		3 582 461,94 Kč	
41	2 784,59 Kč	26 807 418,07 Kč		12 390 469,69 Kč		12 244 178,41 Kč		39 174 728,00 Kč		3 763 460,42 Kč	
		okna	zateplení*		okna+zateplení	kolektory		všechna opatření			

* ušetřená energie = zateplený dům s novými okny - dům pouze s novými okny (výhodnost další investice do zateplení domu)

Energetická Náročnost Budov - Národní Kalkulační Nástroj

Protokol pro průkaz energetické náročnosti budovy

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy

(1) Protokol

a) Identifikační údaje budovy

Adresa budovy (místo, ulice, číslo, PSČ):	Bezová 277, 480 14 Liberec 13
Účel budovy:	bytový dům
Kód obce:	563889
Kód katastrálního území:	682161
Parcelní číslo:	171/2
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník:	SPOLEČENSTVÍ PRO DŮM BEZOVÁ 277
Adresa:	Bezová 277, 480 14 Liberec 13
IČ:	27263061
Tel./e-mail:	-
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel:	-
Adresa:	-
IČ:	-
Tel./e-mail:	-
<input type="checkbox"/> Nová budova	<input checked="" type="checkbox"/> Změna stávající budovy
<input type="checkbox"/> Umístění na veřejném místě podle § 6a, odst. 6 zákona 406/2000 Sb	

b) Typ budovy

<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input checked="" type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Hotel a restaurace
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Nemocnice	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Sportovní zařízení	<input type="checkbox"/> Budova pro velkoobchod a maloobchod	
<input type="checkbox"/> Jiný druh budovy - připojte jaký:		

c) Užití energie v budově

1. Stručný popis energetického a technického zařízení budovy

Objekt je vytápěn dálkovým vytápěním přes předávací stanici umístěnou mimo objekt. Stanice je vybavena ekvitermní regulací a frekvenčně řízeným čerpadlem společným pro více objektů. Stanice zajišťuje také ohřev teplé vody (TV). Na patě objektu je uzavírací armatura a měření odběru tepla. V objektu je teplovodní otopná soustava dvoutrubková vertikální s otopnými tělesy s teplotním spádem 90/70 °C. Cirkulace je nucená, regulace jednotlivých větví diferenčními regulátory tlaku. Na otopných tělesech jsou umístěny termostatické ventily s hlavicemi od firmy Oventrop. Indikátory rozdělení nákladů na vytápění na principu změny optické hustoty v závislosti na teplotě vratné vody jsou umístěny na vratném potrubí. V objektu je rozvod TV veden pod stropem suterénu, dále stoupačkami v instalačních šachtách. Potrubní rozvod je po celkové rekonstrukci plastový (PE), izolovaný. Objekt je plynofikován, plyn je využíván pouze pro vaření v bytech.

2. Druhy energie užívané v budově

<input checked="" type="checkbox"/> Elektrická energie	<input checked="" type="checkbox"/> Tepelná energie	<input checked="" type="checkbox"/> Zemní plyn
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	<input type="checkbox"/> Koks
<input type="checkbox"/> TTO	<input type="checkbox"/> LTO	<input type="checkbox"/> Nafta
<input type="checkbox"/> Jiné plyny	<input type="checkbox"/> Druhotná energie	<input type="checkbox"/> Biomasa
<input type="checkbox"/> Ostatní obnovitelné zdroje - připojte jaké: -		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva - připojte jaká: -		

3. Hodnocená dílčí energetická náročnost budovy EP

<input checked="" type="checkbox"/> Vytápění (EP _H)	<input checked="" type="checkbox"/> Příprava teplé vody (EP _{DHW})
<input type="checkbox"/> Chlazení (EP _C)	<input checked="" type="checkbox"/> Osvětlení (EP _{Light})
<input type="checkbox"/> Mechanické větrání (vč. zvlhčování) (EP _{Aux,Fans})	

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy

d) Technické údaje budovy

1. Stručný popis budovy

Jedná se o starší tzv. bodový panelový dům postavený v roce 1978, který má 12 nadzemních podlaží se 71 bytovými jednotkami, I. až III. kategorie, a jedno podzemní podlaží, částečně vytápěné, ve kterém jsou skladové prostory bytů a technické prostory. Dále se v suterénu nachází místnost pro kočárky, 3 sušárny (2 využívané ke svému účelu, 1 jako tech. místnost) a nevyužívaná žehlárna a prádelna.

2. Geometrická charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné budovy (m ³)	10807,9985
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy (m ²)	3884,116
Celková podlahová plocha budovy A _c (m ²)	4078,49
Faktor tvaru budovy A/V (-)	0,36

3. Klimatické údaje a vnitřní výpočtová teplota

Klimatická oblast podle ČSN 730540 - 3	klimatická oblast OBLAST III
Průměrná vnitřní výpočtová teplota v otopném období (provozní režim) θ _i (°C)	15,5
Průměrná vnitřní výpočtová teplota v období chlazení (provozní režim) θ _i (°C)	28,0

4. Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy

Ochlazovaná konstrukce		Plocha všech konstrukcí A (m2)	Součinitel prostupu tepla U (W/m2K)	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _T (W/K)
1	Obvodová stěna S	434,59	0,60	104,30
2	Obvodová stěna J	391,39	0,60	93,93
3	Obvodová stěna V	374,11	0,60	89,79
4	Obvodová stěna Z	372,51	0,60	89,40
5	Okna S	64,80	2,80	208,66
6	Okna J	129,60	2,80	417,31
7	Okna V	180,00	2,80	579,60
8	Okna Z	151,20	2,80	486,86
9	Střecha	310,72	0,39	121,18
10	Suterén pod zem S	32,00	1,02	15,99
11	Suterén pod zem J	32,00	1,02	15,99
12	Suterén pod zem V	33,80	1,02	16,89
13	Suterén pod zem Z	33,80	1,02	16,89
14	Suterén podlaha	322,06	1,80	231,88
15	Suterén strop	274,30	4,35	167,05
16	Suterén nad zemí S	25,57	0,60	7,52
17	Suterén nad zemí J	23,41	0,60	6,88
18	Suterén nad zemí V	30,13	0,60	8,86
19	Suterén nad zemí Z	24,25	0,60	7,13
20	Okna sklep S	2,16	3,80	9,44
21	Okna sklep J	4,32	3,80	18,88
22	Okna sklep V	6,12	3,80	26,74
23	Okna sklep Z	5,04	3,80	22,02
24	Okno chodba	47,04	3,80	205,56

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy				
25	Střecha chodby	47,76	0,39	18,63
26	Vstup stěna	6,96	0,60	2,38
27	Vstupní dveře	4,80	6,50	17,78
28	Stěny - předsíň	39,48	3,93	88,44
29	Chodby (Z1-Z2)	334,20	3,93	183,88
30	Bytové dveře	127,80	2,00	35,78
31	Obv. stěna S (nad 22,5m)	217,30	0,60	52,15
32	Obv. stěna J (nad 22,5m)	195,70	0,60	46,97
33	Obv. stěna V (nad 22,5m)	194,74	0,60	46,74
34	Obv. stěna Z (nad 22,5m)	186,26	0,60	44,70
35	0,00	0,00	0,60	0,00
36	0,00	0,00	0,60	0,00
37	0,00	0,00	6,50	0,00
38	0,00	0,00	6,50	0,00
39	0,00	0,00	1,80	0,00
40	0,00	0,00	0,60	0,00
Celkem		4659,90		

5. Tepelné technické vlastnosti budovy

Požadavek podle § 6a Zákona	Hodnocení	Jednotka
Stavební konstrukce a jejich styky mají ve všech místech nejméně takový tepelný odpor, že jejich vnitřní povrchová teplota nezpůsobí kondenzaci vodní páry.	-	$R_{si,N}$ [K/W] $\theta_{si,N}$ [°C]
Stavební konstrukce a jejich styky mají nejvýše požadovaný součinitel prostupu tepla a lineární a bodový činitel prostupu tepla.	-	U_N [W/m2K]
U stavebních konstrukcí nedochází k vnitřní kondenzaci vodní páry nebo jen v množství, které neohrožuje jejich funkční způsobilost po dobu předpokládané životnosti.	-	$M_{c,N}$ [kg/m ²]
Funkční spáry vnějších vyplní otvoru mají nejvýše požadovanou nízkou průvzdušnost, ostatní konstrukce a spáry obvodového pláště budovy jsou téměř vzduchotěsné, s požadovaně nízkou celkovou průvzdušností obvodového pláště.	-	$i_{i,v,N}$ [m ³ /(s.m.Pa ^{0,67})]
Podlahové konstrukce mají požadovaný pokles dotykové teploty zajišťovaný jejich tepelnou jímovostí a teplotou na vnitřním povrchu.	-	$\Delta\theta_{10,N}$ [°C]
Místnosti (budova) mají požadovanou tepelnou stabilitu v zimním i letním období, snižující riziko jejich přílišného chladnutí a přehřívání.	-	$\Delta\theta_{v,N}(t)$ [°C]
Budova má požadovaný nízký průměrný součinitel prostupu tepla obvodového pláště U_{em} .	-	$U_{em,N}$ [W/m2K]

Pozn. Hodnoty stanovené podle 1, 2, 3 převzaty z projektové dokumentace.

6. Vytápění

Otopný systém budovy - popis otopné soustavy	teplovodní otopná soustava, dvourubková vertikální s otopnými tělesy s teplotním spádem 90/70 °C po rekonstrukci		
Stav tepelné izolace rozvodů otopné soustavy	po rekonstrukci		
Převažující regulace otopné soustavy	ulace a frekvenčně řízené čerpadlo; otopná tělesa - termost		
Rozdělení otopných větví podle orientace budovy	<input checked="" type="checkbox"/> Ano	<input type="checkbox"/> Ne	
Zdroj tepla č. 1			
Typ zdroje energie / jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla (kW)	120000%		
Průměrná roční účinnost zdroje energie (%)	<input type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření	<input checked="" type="checkbox"/> Odhad
Regulace zdroje energie	Automatická		
Údržba zdroje energie	<input type="checkbox"/> Není	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná smluvní	<input type="checkbox"/> Pravidelná
Zdroj tepla č. 2			
Typ zdroje energie / jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla (kW)	není zdroj tepla		
Jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla (kW)			
Průměrná roční účinnost zdroje energie (%)	<input checked="" type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření	<input type="checkbox"/> Odhad
Regulace zdroje energie			
Údržba zdroje energie	<input type="checkbox"/> Není	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná smluvní	<input type="checkbox"/> Pravidelná

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy			
Zdroj tepla č. 3			
Typ zdroje energie	není zdroj tepla		
Jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla (kW)			
Průměrná roční účinnost zdroje energie (%)	<input type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření	<input checked="" type="checkbox"/> Odhad
Regulace zdroje energie			
Údržba zdroje energie	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní		
	<input type="checkbox"/> Není	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná	
Zdroj tepla č. 4			
Typ zdroje energie / jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla (kW)	není zdroj tepla		
Jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla (kW)			
Průměrná roční účinnost zdroje energie (%)	<input type="checkbox"/> Výpočet	<input checked="" type="checkbox"/> Měření	<input type="checkbox"/> Odhad
Regulace zdroje energie			
Údržba zdroje energie	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná smluvní		
	<input type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/> Pravidelná	
Zdroj tepla č. 5			
Typ zdroje energie / jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla (kW)	není zdroj tepla		
Jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla (kW)			
Průměrná roční účinnost zdroje energie (%)	<input checked="" type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření	<input type="checkbox"/> Odhad
Regulace zdroje energie			
Údržba zdroje energie	Pravidelná	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná smluvní	
	<input type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/> Pravidelná	
Zdroj tepla č. 6			
Typ zdroje energie / jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla (kW)	není zdroj tepla		
Jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla (kW)			
Průměrná roční účinnost zdroje energie (%)	<input type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření	<input checked="" type="checkbox"/> Odhad
Regulace zdroje energie			
Údržba zdroje energie	Pravidelná	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná smluvní	
	<input type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/> Pravidelná	

7. Dílčí hodnocení energetické náročnosti vytápění

	Bilanční
Dodaná energie na vytápění $Q_{\text{fuel,H}}$ (GJ/rok)	1435,64
Spotřeba pomocné energie na vytápění $Q_{\text{aux,H}}$ (GJ/rok)	2,07
Energetická náročnost vytápění $EP_H = Q_{\text{fuel,H}} + Q_{\text{aux,H}}$ (GJ/rok)	1437,71
Měrná spotřeba energie na vytápění $EP_{H,A}$ (kWh/(m ² .rok))	97,78

8. Větrání a klimatizace

Mechanické větrání			
Stav tepelné izolace VZT jednotky a rozvodů	-		
Systém VZT zařízení č. 1			
Typ větracího systému / Tepelný výkon (kW)	není systém VZT		
Jmenovitý elektrický příkon systému větrání (kW)	-		
Jmenovité průtokové množství vzduchu (m ³ /hod)	-		
Převažující regulace větrání	Všechny ostatní případy		
Údržba větracího systému	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní		
	<input checked="" type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/> Pravidelná	
Zvlhčování vzduchu	Ne		
Typ zvlhčovací jednotky / Jmenovitý příkon zvlhčování (kW)	-		
Použité médium pro zvlhčování	<input checked="" type="checkbox"/> Pára	<input type="checkbox"/> Voda	
Regulace klimatizační jednotky	-		
Údržba klimatizace	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní		
	<input type="checkbox"/> Není	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná	

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy			
Systém VZT zařízení č. 2			
Typ větracího systému / Tepelný výkon (kW)	není systém VZT		
Jmenovitý elektrický příkon systému větrání (kW)	-		
Jmenovité průtokové množství vzduchu (m ³ /hod)	0,00		
Převažující regulace větrání	Všechny ostatní případy		
Údržba větracího systému	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní	
	<input checked="" type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/>	Pravidelná
Zvlhčování vzduchu	Ne		
Typ zvlhčovací jednotky / Jmenovitý příkon zvlhčování (kW)	-		
Použité médium pro zvlhčování	<input checked="" type="checkbox"/> Pára	<input type="checkbox"/> Voda	
Regulace klimatizační jednotky	-		
Údržba klimatizace	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní	
	<input type="checkbox"/> Není	<input checked="" type="checkbox"/>	Pravidelná
Systém VZT zařízení č. 3			
Typ větracího systému / Tepelný výkon (kW)	není systém VZT		
Jmenovitý elektrický příkon systému větrání (kW)	-		
Jmenovité průtokové množství vzduchu (m ³ /hod)	0,00		
Převažující regulace větrání	Všechny ostatní případy		
Údržba větracího systému	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní	
	<input checked="" type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/>	Pravidelná
Zvlhčování vzduchu	Ne		
Typ zvlhčovací jednotky / Jmenovitý příkon zvlhčování (kW)	-		
Použité médium pro zvlhčování	<input checked="" type="checkbox"/> Pára	<input type="checkbox"/> Voda	
Regulace klimatizační jednotky	-		
Údržba klimatizace	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní	
	<input type="checkbox"/> Není	<input checked="" type="checkbox"/>	Pravidelná
Systém VZT zařízení č. 4			
Typ větracího systému / Tepelný výkon (kW)	není systém VZT		
Jmenovitý elektrický příkon systému větrání (kW)	-		
Jmenovité průtokové množství vzduchu (m ³ /hod)	0,00		
Převažující regulace větrání	Všechny ostatní případy		
Údržba větracího systému	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní	
	<input checked="" type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/>	Pravidelná
Zvlhčování vzduchu	Ne		
Typ zvlhčovací jednotky / Jmenovitý příkon zvlhčování (kW)	-		
Použité médium pro zvlhčování	<input type="checkbox"/> Pára	<input checked="" type="checkbox"/> Voda	
Regulace klimatizační jednotky	-		
Údržba klimatizace	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní	
	<input type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/>	Pravidelná
Systém VZT zařízení č. 5			
Typ větracího systému / Tepelný výkon (kW)	není systém VZT		
Jmenovitý elektrický příkon systému větrání (kW)	-		
Jmenovité průtokové množství vzduchu (m ³ /hod)	0,00		
Převažující regulace větrání	Všechny ostatní případy		
Údržba větracího systému	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní	
	<input type="checkbox"/> Není	<input checked="" type="checkbox"/>	Pravidelná
Zvlhčování vzduchu	Ne		
Typ zvlhčovací jednotky / Jmenovitý příkon zvlhčování (kW)	-		
Použité médium pro zvlhčování	<input checked="" type="checkbox"/> Pára	<input type="checkbox"/> Voda	
Regulace klimatizační jednotky	-		
Údržba klimatizace	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní	
	<input type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/>	Pravidelná
Zdroj chladu č.1			
Druh systému chlazení	není systém chlazení		
Jmenovitý el. příkon pohonu zdroje chladu (kW)	-		
Jmenovitý chladicí výkon (kW)	-		
Převažující regulace zdroje chladu	-		
Převažující regulace chlazeného prostoru	-		
Údržba zdroje chladu	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní	
	<input checked="" type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/>	Pravidelná

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy		
Zdroj chladu č.2		
Druh systému chlazení	není systém chlazení	
Jmenovitý el. příkon pohonu zdroje chladu (kW)	-	
Jmenovitý chladicí výkon (kW)	-	
Převažující regulace zdroje chladu	-	
Převažující regulace chlazeného prostoru	-	
Údržba zdroje chladu	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní
	<input checked="" type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/> Pravidelná
Zdroj chladu č.3		
Druh systému chlazení	není systém chlazení	
Jmenovitý el. příkon pohonu zdroje chladu (kW)	-	
Jmenovitý chladicí výkon (kW)	-	
Převažující regulace zdroje chladu	-	
Převažující regulace chlazeného prostoru	-	
Údržba zdroje chladu	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní
	<input checked="" type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/> Pravidelná
Zdroj chladu č.4		
Druh systému chlazení	není systém chlazení	
Jmenovitý el. příkon pohonu zdroje chladu (kW)	-	
Jmenovitý chladicí výkon (kW)	-	
Převažující regulace zdroje chladu	-	
Převažující regulace chlazeného prostoru	-	
Údržba zdroje chladu	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní
	<input checked="" type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/> Pravidelná
Zdroj chladu č.5		
Druh systému chlazení	není systém chlazení	
Jmenovitý el. příkon pohonu zdroje chladu (kW)	-	
Jmenovitý chladicí výkon (kW)	-	
Převažující regulace zdroje chladu	-	
Převažující regulace chlazeného prostoru	-	
Údržba zdroje chladu	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní
	<input checked="" type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/> Pravidelná
Zdroj chladu č.6		
Druh systému chlazení	není systém chlazení	
Jmenovitý el. příkon pohonu zdroje chladu (kW)	-	
Jmenovitý chladicí výkon (kW)	-	
Převažující regulace zdroje chladu	-	
Převažující regulace chlazeného prostoru	-	
Údržba zdroje chladu	<input type="checkbox"/>	Pravidelná smluvní
	<input checked="" type="checkbox"/> Není	<input type="checkbox"/> Pravidelná
Stav tepelné izolace rozvodů chladu ⁴	-	

9. Dílčí hodnocení energetické náročnosti mechanického větrání (vč. zvlhčování)

	Bilanční
Spotřeba pomocné energie na mech. větrání $Q_{Aux,Fans}$ (GJ/rok)	0,00
Dodaná energie na zvlhčování $Q_{fuel,Hum}$ (GJ/rok)	0,00
Energetická náročnost mechanického větrání (vč. zvlhčování)	
$EP_{Aux,Fans} = Q_{Aux,Fans} + Q_{fuel,Hum}$ (GJ/rok)	0,00
Měrná spotřeba energie na mech. větrání vztahovaná na celkovou podlahovou plochu $EP_{Fans,A}$ (kWh/(m ² .rok))	Nehodnoceno

10. Dílčí hodnocení energetické náročnosti chlazení

	Bilanční
Dodaná energie na chlazení $Q_{fuel,C}$ (GJ/rok)	0,00
Spotřeba pomocné energie na chlazení $Q_{Aux,C}$ (GJ/rok)	0,00
Energetická náročnost chlazení $EPC = Q_{fuel,C} + Q_{Aux,C}$ (GJ/rok)	0,00
Měrná spotřeba energie na chlazení vztahovaná na celkovou podlahovou plochu $EP_{C,A}$ (kWh/(m ² .rok))	Nehodnoceno

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy

11. Příprava teplé vody (TV)

Systém přípravy TV v budově	<input checked="" type="checkbox"/> Centrální	<input type="checkbox"/> Lokální
	<input type="checkbox"/> Kombinovaný	
Systém přípravy TV v budově č.1		
Typ přípravy TV	ve výměňkové stanici	
Jmenovitý příkon pro ohřev TV (kW)	1200,00	
Průměrná roční účinnost zdroje přípravy (%)	<input type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření <input checked="" type="checkbox"/> Odhad
Objem zásobníku TV (litry)	-	
Údržba zdroje přípravy TV	<input type="checkbox"/> Pravidelná	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná smluvní
	<input type="checkbox"/> Není	
Systém přípravy TV v budově č.2		
Typ přípravy TV	není systém přípravy TV	
Jmenovitý příkon pro ohřev TV (kW)	-	
Průměrná roční účinnost zdroje přípravy (%)	<input checked="" type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření <input type="checkbox"/> Odhad
Objem zásobníku TV (litry)	-	
Údržba zdroje přípravy TV	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní
	<input type="checkbox"/> Není	
Systém přípravy TV v budově č.3		
Typ přípravy TV	není systém přípravy TV	
Jmenovitý příkon pro ohřev TV (kW)	-	
Průměrná roční účinnost zdroje přípravy (%)	<input checked="" type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření <input type="checkbox"/> Odhad
Objem zásobníku TV (litry)	-	
Údržba zdroje přípravy TV	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní
	<input type="checkbox"/> Není	
Systém přípravy TV v budově č.4		
Typ přípravy TV	není systém přípravy TV	
Jmenovitý příkon pro ohřev TV (kW)	-	
Průměrná roční účinnost zdroje přípravy (%)	<input checked="" type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření <input type="checkbox"/> Odhad
Objem zásobníku TV (litry)	-	
Údržba zdroje přípravy TV	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní
	<input type="checkbox"/> Není	
Systém přípravy TV v budově č.5		
Typ přípravy TV	není systém přípravy TV	
Jmenovitý příkon pro ohřev TV (kW)	-	
Průměrná roční účinnost zdroje přípravy (%)	<input checked="" type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření <input type="checkbox"/> Odhad
Objem zásobníku TV (litry)	-	
Údržba zdroje přípravy TV	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní
	<input type="checkbox"/> Není	
Systém přípravy TV v budově č.6		
Typ přípravy TV	není systém přípravy TV	
Jmenovitý příkon pro ohřev TV (kW)	-	
Průměrná roční účinnost zdroje přípravy (%)	<input checked="" type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření <input type="checkbox"/> Odhad
Objem zásobníku TV (litry)	-	
Údržba zdroje přípravy TV	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní
	<input type="checkbox"/> Není	

12. Dílčí hodnocení energetické náročnosti přípravy teplé vody

	Bilanční
Dodaná energie na přípravu TV $Q_{\text{tuel,DHW}}$ (GJ/rok)	562,63
Spotřeba pomocné energie na přípravu TV $Q_{\text{Aux,DHW}}$ (GJ/rok)	3,86
Energetická náročnost přípravy TV $EP_{\text{DHW}} = Q_{\text{tuel,DHW}} + Q_{\text{Aux,DHW}}$ (GJ/rok)	566,49
Měrná spotřeba energie na přípravu TV vztahovaná na celkovou podlahovou plochu $EP_{\text{DHW,A}}$ (kWh/m ² .rok)	38,32

13. Osvětlení

Typy osvětlovacích soustav	
Celkový elektrický příkon osvětlení budovy (W)	4000

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy

14. Dílčí hodnocení energetické náročnosti osvětlení

	Bilanční
Dodaná energie na osvětlení $Q_{\text{fuel,Light,E}}$ (GJ/rok)	13,25
Energetická náročnost osvětlení $EP_{\text{Light}} = Q_{\text{fuel,Light,E}}$ (GJ/rok)	13,25
Měrná spotřeba energie na osvětlení vztažená na celkovou podlahovou plochu $EP_{\text{Light,A}}$ (kWh/(m ² ·rok))	0,90

15. Ukazatel celkové energetické náročnosti budovy

	Bilanční
Energetická náročnost budovy EP (GJ/rok)	2017,44
Maximální energetická náročnost referenční budovy R_{rq} (kWh/m ²)	120,00
Minimální energetická náročnost referenční budovy R_{rq} (kWh/m ²)	83,00
Třída energetické náročnosti hodnocené budovy	D
Slovní vyjádření třídy energetické náročnosti hodnocené budovy	Nevyhovující
Měrná spotřeba energie na celkovou podlahovou plochu (kWh/m ²)	137,40

e) Energetická bilance budovy pro standardní užívání

1. dodaná energie z vnější strany systémové hranice budovy stanovená bilančním hodnocením

Energonositel	Vypočtené množství dodané energie GJ/rok	Energie skutečně dodaná do budovy GJ/rok	Jednotková cena Kč/GJ
topná voda	1432,38	1470	580
teplá voda	564,88	570	570
elektrina	20,17	20	1180
-	-	-	-
-	-	-	-
Celkem	2017,44	2060	

2. energie vyrobená v budově

Druh zdroje energie	Vypočtené množství vyrobené energie
	GJ/rok
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
Celkem	-

f) Ekologická a ekonomická proveditelnost alternativních systémů a kogenerace
u nových budov s podlahovou plochou nad 1 000 m²

<input checked="" type="checkbox"/> Místní obnovitelný zdroj energie	<input checked="" type="checkbox"/> Kogenerace
<input checked="" type="checkbox"/> Dálkové vytápění nebo chlazení	<input type="checkbox"/> Blokové vytápění nebo chlazení
<input checked="" type="checkbox"/> Tepelné čerpadlo	<input type="checkbox"/> Jiné

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy

1. Postup a výsledky posouzení ekologické a ekonomické proveditelnosti technicky dostupných a vhodných alternativních systémů dodávek energie

viz. kapitola 7.4.2 diplomové práce

g) Doporučená opatření pro technicky a ekonomicky efektivní snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Úspora energie (GJ)	Investiční náklady (tis. Kč)	Prostá doba návratnosti
Výměna oken	463,00	1744,00	6,50
Zateplení obv. pláště	214,00	4000,00	32,20
-	-	-	-
-	-	-	-
Úspora celkem se zahrnutím synergických vlivů	677,00	5744,00	-

1. hodnocení budovy po provedení doporučených opatření

	Bilanční
Energetická náročnost budovy EP (GJ/rok)	1340,70
Třída energetické náročnosti	C
Slovní vyjádření třídy energetické náročnosti budovy	Vyhovující
Měrná spotřeba energie na celkovou podlahovou plochu (kWh/m ²)	91,31

h) Další údaje

1. Doplňující údaje k hodnocené budově

Vnitřní systémy budovy po celkové rekonstrukci, obvodový plášť a okna odpovídají stáří

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy

2. Seznam podkladů použitých k hodnocení budovy

stavební a technická dokumentace, účetní doklady za TV a vytápění

(2) Doba platnosti průkazu a identifikace zpracovatele

Platnost průkazu do

24. květen 2018

Průkaz vypracoval

Tomáš Stanečka

Osvědčení č. **Není uvedeno**

Dne:

23. květen 2008

Tabulka slovního vyjádření energetické náročnosti

Hranice třídy EN (kWh/m2)			Třída energetické náročnosti budovy	Slovní vyjádření energetické náročnosti budovy
od	do			
A	0	42	A	Velmi úsporná
B	43	82	B	Úsporná
C	83	120	C	Vyhovující
D	121	162	D	Nevyhovující
E	163	205	E	Nehospodárná
F	206	245	F	Velmi nehospodárná
G	245	-	G	Mimořádně nehospodárná